

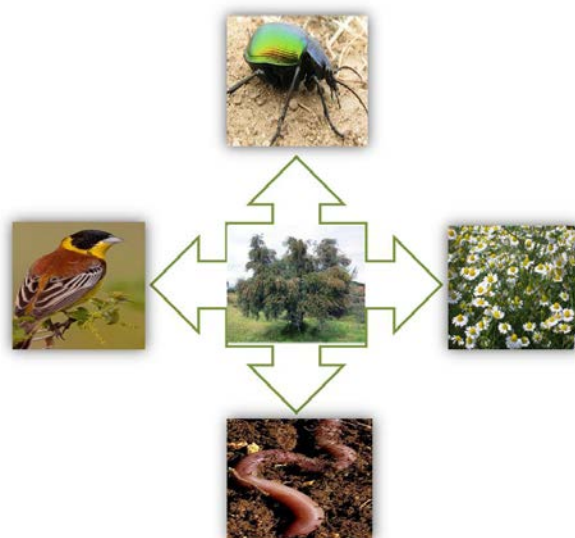
**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ
ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ**



ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ Δ. ΣΟΛΩΜΟΥ

ΓΕΩΠΟΝΟΣ, Μ.Δ.Ε. Π.Θ.

**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ
ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΕΛΑΙΩΝΩΝ»**



ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΒΟΛΟΣ 2013

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΩΝ
ΕΛΑΙΩΝΩΝ**

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

Σφουγγάρης Αθανάσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής Π.Θ. (Επιβλέπων)

Καλμπουρτζή- Γκαϊδατζή Κυριακή, Καθηγήτρια Α.Π.Θ.

Νάνος Γεώργιος, Αναπληρωτής Καθηγητής Π.Θ.

Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Σφουγγάρης Αθανάσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής Διαχείρισης Οικοτόπων και Βιοποικιλότητας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Π.Θ. (Επιβλέπων).

Καλμπουρτζή-Γκαϊδατζή Κυριακή, Καθηγήτρια Γεωργικής Οικολογίας, Γεωπονική Σχολή του Α.Π.Θ.

Νάνος Γεώργιος, Αναπληρωτής Καθηγητής Δενδροκομίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Π.Θ.

Δημήρκου Ανθούλα, Καθηγήτρια Εδαφολογίας με έμφαση στη Χημεία εδάφους, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Π.Θ.

Βαβουλίδου Ευαγγελία, Τακτική Ερευνήτρια Α, Ινστιτούτο Εδαφολογίας, ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ.

Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής Γεωργίας-Οικολογίας Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Π.Θ.

Τρίγκας Παναγιώτης, Λέκτορας Συστηματικής Βοτανικής, Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας του Γ.Π.Α.

Σολωμού Δ. Αλεξάνδρα

Επίδραση της διαχείρισης στην εξέλιξη των οικοσυστημάτων των ελαιώνων

ISBN

©Σολωμού Δ. Αλεξάνδρα

©2013

Επίδραση της διαχείρισης στην εξέλιξη των οικοσυστημάτων των ελαιώνων.

«Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Ν. Ιωνία Μαγνησίας»

Αριθμός προκαταρκτικών σελίδων 9

Συνολικός αριθμός σελίδων της διατριβής 292

Αριθμός Πινάκων 37

Αριθμός Εικόνων 19

Αριθμός Σχημάτων 23

Αριθμός Χαρτών 7

Αριθμός Παραρτημάτων 11

Αριθμός Βιβλιογραφικών παραπομπών 711

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διατριβή πραγματοποιήθηκε σε ελαιώνες του Νομού Μαγνησίας, στη διαχείριση των οποίων παρατηρούνται δυο τάσεις: α) εγκατάλειψη και β) μικρού βαθμού στροφή, αλλά με αυξητική τάση, προς τη βιολογική (οργανική) ελαιοκαλλιέργεια. Αντικείμενο της έρευνας αποτέλεσε η διερεύνηση των μηχανισμών και η κατεύθυνση προς την οποία οι πρακτικές διαχείρισης (συμβατική, βιολογική, εγκατάλειψη) κατευθύνουν την εξέλιξη (μεταβολή) των οικοσυστημάτων των ελαιώνων, καθώς και των επιπτώσεων αυτών των πρακτικών στη βιοποικιλότητα.

Οι ειδικότεροι στόχοι της έρευνας αφορούσαν στη συγκριτική μελέτη αντιπροσωπευτικών 1) συμβατικών, 2) βιολογικών, 3) εγκαταλειμμένων ελαιώνων και 4) γειτονικών φυσικών οικοσυστημάτων (μακί) όσο αφορά σε επιλεγμένα συνθετικά της βιοποικιλότητας, ήτοι α) φυτική ποικιλότητα, β) δομή, πυκνότητα και ποικιλότητα των κοινοτήτων πουλιών, των γαιοσκωλήκων, των επίγειων κολεόπτρων, των ισόποδων, καθώς και παραμέτρων του εδάφους, όπως α) φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και β) εδαφική διάβρωση. Επίσης, στόχο αποτέλεσε η ανάδειξη αγροτικών και περιβαλλοντικών δεικτών του πλούτου της χλωρίδας, της πανίδας και των αποδόσεων των ελαιώνων κάτω από διαφορετικό σύστημα διαχείρισης. Επιπλέον, η έρευνα στόχευε στο να αναδείξει «είδη-δείκτες» που

ευνοούνται από συγκεκριμένα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων, ώστε να χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία παρακολούθησης των οικοσυστημάτων των ελαιώνων στη μελλοντική τους διαχείριση.

Η ανάλυση των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν έδειξε ότι σε μια παραγωγική αλλά και σε μια μη παραγωγική χρονιά, οι συμβατικοί ελαιώνες απέφεραν ελαφρώς μη σημαντικά υψηλότερες κατά μέσο όρο αποδόσεις σε σχέση με τους βιολογικούς ελαιώνες, τόσο στην παραγωγή ελαιόλαδου όσο και στην παραγωγή βρώσιμης ελιάς. Αναφορικά με τη συνολική οικονομική πρόσοδο, αυτή ήταν υψηλότερη στους βιολογικούς ελαιώνες σε σχέση με τους συμβατικούς ελαιώνες της περιοχής έρευνας.

Η επίδραση του συστήματος διαχείρισης των ελαιώνων αποδείχθηκε σημαντική σε συγκεκριμένα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους (Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων, φώσφορος, οργανική ουσία, νιτρικά άλατα, αμμωνιακά άλατα, ολικό άζωτο, αναλογία άνθρακα προς άζωτο και φαινομενική πυκνότητα εδάφους). Η Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων, η συγκέντρωση φωσφόρου, το ποσοστό οργανικής ουσίας και η αναλογία C/N του εδάφους βρέθηκε να υπερέχουν στα μακί και στους βιολογικούς ελαιώνες, ενώ οι συγκεντρώσεις του ολικού N, των NO_3^- , των NH_4^+ και της φαινομενικής πυκνότητας του εδάφους διαπιστώθηκε να υπερέχουν στους συμβατικούς ελαιώνες.

Το είδος της διάβρωσης που παρατηρήθηκε ήταν η επιφανειακή κατά στρώσεις διάβρωση (interrill erosion) στους συμβατικούς ελαιώνες και κατά τόπους στους βιολογικούς και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες. Στους συμβατικούς ελαιώνες καταγράφηκε διπλάσια ποσότητα αποσπώμενων (διαβρούμενων) υλικών από ότι στους βιολογικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες, και τριπλάσια σε σχέση με τα μακί. Αντίθετα, στους βιολογικούς ελαιώνες παρατηρήθηκε ίση ποσότητα διαβρούμενων υλικών με τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί.

Η παρούσα έρευνα ανέδειξε τη σημαντικότητα της εφαρμογής του βιολογικού συστήματος διαχείρισης στους ελαιώνες αναφορικά με την ενίσχυση της βιοποικιλότητας. Συγκεκριμένα στους βιολογικούς ελαιώνες, διαπιστώθηκε μια τάση για αύξηση της ποικιλότητας και της πυκνότητας των εξής συνιστωσών της βιοποικιλότητας: ποώδη φυτά κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο, ξυλώδη φυτά, διαχειμάζοντα και αναπαραγόμενα είδη πουλιών, ασπόνδυλα (γαιοσκώληκες, έντομα των οικογενειών Carabidae και Tenebrionidae, ισόποδα). Η τάση αυτή προσομοιάζει

τους βιολογικούς ελαιώνες ως ένα βαθμό, με τα γειτονικά φυσικά οικοσυστήματα (μακί).

Διαπιστώθηκε ότι η εντατικοποίηση της ελαιοκαλλιέργειας υποβαθμίζει το έδαφος με την εφαρμογή φυτοφαρμάκων και ανόργανων χημικών λιπασμάτων και μειώνει τη βιοποικιλότητα. Η σύνθεση, η δομή και η φυσιολογία, των τουλάχιστον για 12 έτη εγκαταλειμμένων ελαιώνων, προσομοιάζει με αυτή των γειτονικών φυσικών οικοσυστημάτων (μακί), αν και υπάρχουν κάποιες βασικές διαφορές ως προς την φυτική και πανιδική πυκνότητα και ποικιλότητα.

Επιπλέον, για τα μελετηθέντα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί αναδείχθηκαν είδη-δείκτες των χειμερινών και εαρινών ποωδών και ξυλώδων φυτών, των γαιοσκωλήκων, των Carabidae, των Tenebrionidae, των ισόποδων, των διαχειμαζόντων και αναπαραγόμενων ειδών πουλιών, οι οποίοι μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων και λήψη αποφάσεων που θα συμβάλλουν στην αειφορική διαχείριση της ελαιοκαλλιέργειας.

Όσο αφορά στις αποδόσεις των βιολογικών ελαιώνων αυτές βρέθηκαν να αυξάνονται καθώς αυξάνεται η εφαρμογή κοπριάς και η πυκνότητα των γαιοσκωλήκων, ενώ οι αποδόσεις των συμβατικών ελαιώνων αυξάνονται με την αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους και της εφαρμογής της ανόργανης λίπανσης N. Οι σχέσεις μεταξύ της πυκνότητας των παραμέτρων [ποώδη φυτά κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο, ξυλώδη φυτά, διαχειμαζόντα και αναπαραγόμενα είδη πουλιών, ασπόνδυλα (γαιοσκώληκες, έντομα των οικογενειών Carabidae και Tenebrionidae, ισόποδα)] και των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί είναι σημαντική όσο αφορά στην κατανόηση των λειτουργιών αυτών των οικοσυστημάτων και στον ευρύτερο σχεδιασμό διαχειριστικών πρακτικών προστασίας της βιοποικιλότητας σε διαχειριζόμενα οικοσυστήματα.

Λέξεις-κλειδιά: Ελιά, βιολογική γεωργία, συμβατική γεωργία, εγκατάλειψη, φυσικό οικοσύστημα, φυσικοχημικές παράμετροι εδάφους, διάβρωση εδάφους, ποικιλότητα, είδη δείκτες, γεωργικοί και περιβαλλοντικοί δείκτες.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της διδακτορικής μου διατριβής, θέλω να ευχαριστήσω μια σειρά ανθρώπων που συνετέλεσαν με τον ένα ή τον άλλο τρόπο ώστε να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα σε αυτή την πολυετή προσπάθεια. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επιβλέποντα κ. Αθανάσιο Σφουγγάρη, Αναπληρωτή Καθηγητή, για την ανάθεση του θέματος, τη συστηματική παρακολούθηση και καθοδήγηση της εργασίας, την εποικοδομητική συνεργασία που είχαμε έως τώρα και την εμπιστοσύνη του από την αρχή αυτής της συνεργασίας.

Ευχαριστίες οφείλω στα άλλα δύο μέλη της Συμβουλευτικής Επιτροπής Καθηγήτρια της Γεωπονικής Σχολής του Α.Π.Θ. κα Κυριακή Καλμπουρτζή-Γκαϊδατζή και τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Γεώργιο Νάνο για τις συμβουλές και υποδείξεις τους για την αρτιότερη δομή της διατριβής.

Επιπλέον, ευχαριστώ τα μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής, την Καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κα Ανθούλα Δημήρκου, την Ερευνήτρια του ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ (Ινστιτούτο Εδαφολογίας Αθηνών) Δρα Ευαγγελία Βαβουλίδου, τον Καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Νικόλαο Δαναλάτο και τον Λέκτορα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Παναγιώτη Τρίγκα για τις υποδείξεις και το χρόνο που διέθεσαν για τη διόρθωση της παρούσας διατριβής.

Θα ήθελα επίσης να εκφράσω τις ευχαριστίες μου για την πολύτιμη βοήθειά τους στη ταυτοποίηση των βιολογικών δειγμάτων προς τους κ.κ. Εμ. Βαρδαβάκη συντ. Επίκουρο Καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (φυτικά είδη), Σπύρο Σφενδουράκη, Αναπληρωτή Καθηγητή του Πανεπιστημίου Κύπρου (ισόποδα), Αναστάσιο Λεγάκι, Αναπληρωτή Καθηγητή και Ιωάννη Αναστασίου, Τεχνολόγο Εργαστηρίων του Πανεπιστημίου Αθηνών (κολεόπτερα,) και Δρα Ευαγγελία Βαβουλίδου (γαιοσκώληκες). Επίσης, τον κ. Χρήστο Νάκα, Επίκουρο Καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τις συμβουλές του στην στατιστική επεξεργασία των δεδομένων και τον Τεχνολόγο Γεωπονίας κ. Απ. Χριστόπουλο και τον Γεωπόνο κ. Ευάγγελο Κανιάστα για την πολύτιμη βοήθειά τους στις απογραφές της ορνιθοπανίδας. Σε όλους τους παραγωγούς στον Πτελεό και τις Νηές Μαγνησίας για την πρόθυμη παραχώρηση γεωργικών πληροφοριών, καθώς και των ελαιοκτημάτων τους για τη διενέργεια εργασιών και μετρήσεων. Το προσωπικό του ΠΕΓΕΑΛ Λάρισας για τη διεκπαιρέωση των εδαφολογικών αναλύσεων. Ευχαριστώ, επίσης, την υποψήφια διδάκτορα του εργαστηρίου Διαχείρισης Οικοσυστημάτων και Βιοποικιλότητας κα Σοφία Πλεξίδα για την εποικοδομητική ανταλλαγή απόψεων που είχαμε αυτά τα χρόνια πάνω σε ιδιαίτερος ενδιαφέροντα ερευνητικά θέματα οικολογίας.

Το τέλος αυτής της διδακτορικής διατριβής σηματοδοτεί τη σημαντικότερη ίσως στιγμή στη μέχρι τώρα πορεία μου στην εκπαίδευση. Σε αυτήν την πορεία, από την αρχή της μέχρι τώρα, η οικογένειά μου αποτέλεσε τη σημαντικότερη παράμετρο που καθόρισε τη διαδρομή μου. Θα ήθελα να τους ευχαριστήσω ιδιαίτερα για την πολύτιμη ηθική υποστήριξη και όχι μόνο, που μου προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια, και τους αφιερώνω την παρούσα διδακτορική διατριβή.

Η παρούσα έρευνα έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ) – Ερευνητικό Χρηματοδοτούμενο Έργο: Ηράκλειτος II. Επένδυση στην κοινωνία της γνώσης μέσω του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Στην οικογένειά μου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	VI
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	IX
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	11
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	15
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	17
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	19
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ.....	20
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	21
2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	22
2.1 Συμβατικά και βιολογικά (οργανικά) καλλιεργητικά συστήματα.....	22
2.1.1 Συμβατική καλλιέργεια.....	22
2.1.2 Βιολογική καλλιέργεια.....	23
2.1.3 Προϋποθέσεις άσκησης βιολογικής καλλιέργειας.....	25
2.1.4 Απαιτήσεις της βιολογικής καλλιέργειας.....	26
2.2 Εγκατάλειψη αγροοικοσυστημάτων.....	27
2.3 Μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα.....	29
2.3.1 Φυτοκοινότητες με εποχικά διμορφικά μικρόσωμα φυτά (φρύγανα).....	30
2.3.2 Φυτοκοινότητες αειφύλλων, σκληρόφυλλων διαπλάσεων «μακί» ή «μακία».....	31
2.3.3 Δασικές φυτοκοινότητες με πεύκα.....	31
2.4 Η καλλιέργεια της ελιάς.....	32
2.4.1 Προέλευση και εξάπλωση.....	32
2.4.2 Σημασία της ελαιοκομίας.....	33
2.4.3 Ποικιλίες ελιάς.....	34
2.4.4 Βιολογία της ελιάς.....	35
2.4.5 Βοτανικά χαρακτηριστικά της ελιάς.....	36
2.4.6 Κλιματολογικές και εδαφολογικές συνθήκες ελιάς.....	37
2.4.7 Κλάδεμα ελιάς.....	37
2.4.8 Λίπανση ελιάς.....	38
2.4.9 Συγκομιδή ελιάς.....	38
2.4.10 Παρασιτικά προβλήματα της ελιάς.....	38
2.5 Βιοδείκτες ή βιολογικοί δείκτες αγροοικοσυστημάτων.....	39
2.5.1 Φυτά - δείκτες ανθρωπογενών επιδράσεων.....	40
2.5.2 Πουλιά.....	43
2.5.3 Κολεόπτερα.....	44
2.5.4 Χερσαία ισόποδα.....	46
2.5.5 Γαιοσκώληκες.....	47
2.5.6 Δείκτες χαρακτηρισμού της ποιότητας του εδάφους.....	49
2.6 Σκοπός της διατριβής.....	51
2.7 Πρωτοτυπία της Διατριβής.....	51
2.8 Περιοχή μελέτης.....	53
2.8.1 Χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης.....	53
2.9 Υλικά και μέθοδοι.....	55
2.9.1 Περιοχές δειγματοληψίας.....	55
2.9.2 Πειραματικός σχεδιασμός.....	60
2.9.3 Δειγματοληψία.....	61

2.9.3.1 Φυσικές και χημικές παράμετροι του εδάφους.....	61
2.9.3.2 Ποώδη φυτά.....	63
2.9.3.3 Ξυλώδη φυτά.....	65
2.9.3.4 Γαιοσκώληκες.....	66
2.9.3.5 Αρθρόποδα.....	67
2.9.3.6 Πουλιά.....	69
2.9.3.7 Τοπογραφικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης.....	71
2.9.3.8 Χαρακτηριστικά κάλυψης εδάφους.....	71
3. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	72
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	79
4.1 Σύγκριση παραμέτρων των συστημάτων διαχείρισης των ελαιώνων και μακί.....	79
4.1.1 Αποδόσεις ελαιώνων.....	79
4.1.2 Έδαφος.....	82
4.1.2.1 Φυσικοχημικές παράμετροι.....	82
4.1.2.2 Εκτίμηση του είδους και του βαθμού διάβρωσης.....	84
4.1.3 Ποώδη φυτά.....	85
4.1.3.1 Σύνθεση και κάλυψη των ποωδών φυτών κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο.....	85
4.1.3.2 Παραγωγή βιομάζας ποωδών φυτών.....	86
4.1.3.3 Ποικιλότητα ποωδών φυτών κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο... ..	87
4.1.4 Ξυλώδη φυτά.....	88
4.1.4.1 Σύνθεση, πυκνότητα και φυτοκάλυψη.....	88
4.1.4.2 Ποικιλότητα ξυλωδών φυτών.....	89
4.1.5 Γαιοσκώληκες.....	90
4.1.5.1 Σύνθεση, πυκνότητα και βιομάζα γαιοσκωλήκων.....	90
4.1.5.2 Ποικιλότητα ειδών γαιοσκωλήκων.....	91
4.1.6 Κολεόπτερα.....	92
4.1.6.1 Σύνθεση και αφθονία των οικογενειών Κολεοπτέρων.....	92
4.1.6.2 Σύνθεση και πυκνότητα των ειδών της οικογένειας των Carabidae.....	93
4.1.6.3 Ποικιλότητα των κολεοπτέρων της οικογένειας Carabidae.....	95
4.1.6.4 Σύνθεση και πυκνότητα κολεοπτέρων της οικογένειας Tenebrionidae.....	96
4.1.6.5 Ποικιλότητα ειδών της οικογένειας κολεοπτέρων Tenebrionidae.....	98
4.1.7 Ισόποδα.....	99
4.1.7.1 Σύνθεση και πυκνότητα των ισοπόδων.....	99
4.1.7.2 Ποικιλότητα ισοπόδων.....	101
4.1.8 Ορنيθοπανίδα.....	102
4.1.8.1 Σύνθεση και πυκνότητα της διαχειμαζουσας και αναπαραγόμενης ορنيθοπανίδας.....	102
4.1.8.2 Ποικιλότητα διαχειμαζόντων και αναπαραγόμενων ειδών πουλιών.....	104
4.2 Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα των συνθετικών της βιοποικιλότητας.....	105

4.2.1 Ποώδη φυτά κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο.....	105
4.2.2 Ξυλώδη φυτά	109
4.2.3 Γαιοσκώληκες	110
4.2.4 Κολεόπτερα της οικογένειας Carabidae	111
4.2.5 Κολεόπτερα της οικογένειας Tenebrionidae	113
4.2.6 Ισόποδα	114
4.2.7 Διαχειμάζοντα και αναπαραγόμενα είδη πουλιών.....	115
4.3 Είδη-δείκτες σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί	118
4.3.1 Ποώδη φυτά κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο.....	118
4.3.2 Ξυλώδη φυτά	122
4.3.3 Γαιοσκώληκες	124
4.3.4 Carabidae	125
4.3.5 Tenebrionidae	126
4.3.6 Ισόποδα	127
4.3.7 Διαχειμάζοντα και αναπαραγόμενα είδη πουλιών.....	128
4.4 Επίδραση των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων	131
4.4.1 Στην πυκνότητα των παραμέτρων κατά τη χειμερινή περίοδο.....	131
4.4.2 Στην πυκνότητα των παραμέτρων κατά την εαρινή περίοδο.....	133
4.4.3 Στις αποδόσεις των συμβατικών και των βιολογικών ελαιώνων.....	136
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	137
5.1 Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων.....	137
5.1.1 Επιδράσεις στις αποδόσεις των ελαιώνων	137
5.1.2 Επιδράσεις στις φυσικοχημικές παραμέτρους του εδάφους.....	141
5.1.3 Επιδράσεις στη διάβρωση του εδάφους.....	142
5.1.4 Επιδράσεις στη βιοποικιλότητα	145
5.1.4.1 Φυτική ποικιλότητα, πυκνότητα και κάλυψη	145
5.1.4.2 Πυκνότητα και ζωική ποικιλότητα	150
5.2 Εξέλιξη εγκαταλειμμένων ελαιώνων.....	160
5.2.1 Φυτική ποικιλότητα	160
5.2.2 Ζωική ποικιλότητα.....	161
5.3 Γεωργικοί και περιβαλλοντικοί δείκτες της ποικιλότητας.....	162
5.3.1 Ποώδη φυτά κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο.....	162
5.3.2 Ξυλώδη φυτά	166
5.3.3 Γαιοσκώληκες	169
5.3.4 Carabidae	172
5.3.5 Tenebrionidae	175
5.3.6 Ισόποδα	178
5.3.7 Ορνιθοπανίδα.....	180
5.4 Είδη-δείκτες στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.....	184
5.4.1 Ποώδη φυτά.....	184
5.4.2 Ξυλώδη φυτά	189
5.4.3 Γαιοσκώληκες	190
5.4.4 Carabidae	191

5.4.5 Tenebrionidae	192
5.4.6 Ισόποδα	193
5.4.7 Διαχειμάζοντα και αναπαραγόμενα είδη πουλιών.....	194
5.5 Επιδράσεις των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων στην πυκνότητα των βιολογικών ομάδων	196
5.5.1 Χειμερινή περίοδος.....	196
5.5.2 Εαρινή περίοδος.....	198
5.6 Ο ρόλος των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων στις αποδόσεις των συμβατικών και βιολογικών ελαιώνων.....	201
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	203
6.1 Γενικά.....	203
6.2 Ειδικά	204
7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	208
ABSTRACT	210
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	212
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	220
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ	271
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	273

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Περιφερειακή κατανομή ποικιλιών ελιάς.....	35
Πίνακας 2. Φυτά-δείκτες εδάφους.....	41
Πίνακας 3. Δείκτες για την εκτίμηση της ποιότητας και η σχέση τους με τις εδαφικές λειτουργίες	49
Πίνακας 4. Μηχανική σύσταση και pH του εδάφους των συστημάτων διαχείρισης των ελαιώνων και των μακί	58
Πίνακας 5. Καλλιεργητικές πρακτικές στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων	59
Πίνακας 6. Μέσος όρος (\pm τυπική απόκλιση) των φυσικοχημικών παραμέτρων του εδάφους σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.....	83
Πίνακας 7. Εκτίμηση του ρυθμού απόσπασης εδαφικών υλικών στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί (έτος 2009).....	84
Πίνακας 8. Εκτίμηση του ρυθμού απόσπασης εδαφικών υλικών στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί (έτος 2010).....	85
Πίνακας 9. Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της ποικιλότητας και ισοκατανομής των χειμερινών ποωδών φυτών για τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί.....	88
Πίνακας 10. Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της ποικιλότητας και ισοκατανομής των εαρινών ποωδών φυτών για τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί.....	88
Πίνακας 11. Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της ποικιλότητας και ισοκατανομής των ξυλωδών φυτών για τα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί.....	90
Πίνακας 12. Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της ποικιλότητας και ισοκατανομής των ατόμων στα είδη των γαιοσκωλήκων για τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί	92
Πίνακας 13. Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της ποικιλότητας και ισοκατανομής των ατόμων στα είδη των Carabidae για τα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί	95
Πίνακας 14. Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της ποικιλότητας και ισοκατανομής των ατόμων στα είδη των Tenebrionidae για τα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί.....	99
Πίνακας 15. Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της ποικιλότητας και ισοκατανομής των ισοπόδων για τα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.....	101
Πίνακας 16. Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της ποικιλότητας και ισοκατανομής της πυκνότητας των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών για τα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.....	104
Πίνακας 17. Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της ποικιλότητας και ισοκατανομής των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών για τα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.....	104
Πίνακας 18. Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα του πλούτου των χειμερινών και εαρινών ποωδών φυτών σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί	108
Πίνακας 19. Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα του πλούτου των ξυλωδών φυτών σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.....	110
Πίνακας 20. Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα του πλούτου ειδών των γαιοσκωλήκων σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί	111
Πίνακας 21. Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα του πλούτου των ειδών των Carabidae σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί	112

Πίνακας 22.	Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα του πλούτου ειδών των Tenebrionidae σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί	114
Πίνακας 23.	Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα του πλούτου ειδών των ισοπόδων σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί	115
Πίνακας 24.	Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα του πλούτου των διαχειριζόμενων ειδών πουλιών στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.....	116
Πίνακας 25.	Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα του πλούτου των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.....	118
Πίνακας 26.	Αποτελέσματα της μεθόδου Indval σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.....	119
Πίνακας 27.	Αποτελέσματα της μεθόδου Indval σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.....	121
Πίνακας 28.	Αποτελέσματα της μεθόδου Indval σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.....	123
Πίνακας 29.	Αποτελέσματα της μεθόδου Indval σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.....	124
Πίνακας 30.	Αποτελέσματα της μεθόδου Indval σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.....	125
Πίνακας 31.	Αποτελέσματα της μεθόδου Indval σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και στα μακί.....	126
Πίνακας 32.	Αποτελέσματα της μεθόδου Indval σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.....	128
Πίνακας 33.	Αποτελέσματα της μεθόδου Indval σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.....	129
Πίνακας 34.	Αποτελέσματα της μεθόδου Indval σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και μακί.....	130
Πίνακας 35.	Αποτελέσματα της "ανάλυσης πλεονασμού" (RDA) για τις τρεις παραμέτρους και τους γεωργικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες.....	131
Πίνακας 36.	Αποτελέσματα της "ανάλυσης πλεονασμού" (RDA) για τις έξι παραμέτρους και τους γεωργικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες.....	134
Πίνακας 37.	Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα των αποδόσεων στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων.....	136

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Αποδόσεις ελαιώνων της περιοχής έρευνας.....	79
Σχήμα 2. Οικονομική πρόσοδος συμβατικών και βιολογικών ελαιώνων.....	80
Σχήμα 3. Μέσος όρος (\pm τυπική απόκλιση) (%) κάλυψης ποωδών φυτών στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί στις δυο εποχές δειγματοληψίας.....	85
Σχήμα 4. Μέσος όρος (\pm τυπική απόκλιση) παραχθείσας βιομάζας ποωδών φυτών στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί.....	86
Σχήμα 5. Μέσος όρος (\pm τυπική απόκλιση) της πυκνότητας και της (%) φυτοκάλυψης των ξυλωδών φυτών σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.....	88
Σχήμα 6. Μέσος όρος (\pm τυπική απόκλιση) της πυκνότητας και της βιομάζας των γαιοσκωλήκων ανά σύστημα διαχείρισης ελαιώνων και για τα μακί.....	90
Σχήμα 7. Κατανομή: α) του συνολικού αριθμού των οικογενειών των συλληφθέντων εντόμων σε τάξεις και β) της αφθονίας των εντόμων στις οικογένειες των κολεοπτέρων στο σύνολο των συστημάτων διαχείρισης ελαιώνων και μακί στο σύνολο της δειγματοληπτικής περιόδου (Απρίλιος, Μάιος και Ιούνιος).....	91
Σχήμα 8. Η σχετική αφθονία (%) των οικογενειών των συλληφθέντων κολεοπτέρων στα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί στο σύνολο της δειγματοληπτικής περιόδου (Απρίλιος, Μάιος, Ιούνιος).....	92
Σχήμα 9. Η διακύμανση του μέσου όρου (\pm τυπική απόκλιση) της πυκνότητας (άτομα/100 παγιδοημέρες) των Carabidae στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί τους μήνες: α) Απρίλιο, β) Μάιο και γ) Ιούνιο.....	93
Σχήμα 10. Διακύμανση του μέσου όρου (\pm τυπική απόκλιση) της πυκνότητας (άτομα/100 παγιδοημέρες) των Tenebrionidae στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί κατά τους μήνες: α) Απρίλιο, β) Μάιο και γ) Ιούνιο.....	96
Σχήμα 11. Διακύμανση του μέσου όρου (\pm τυπική απόκλιση) της πυκνότητας (άτομα/100 παγιδοημέρες) των ισοπόδων στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί για τους μήνες: α) Απρίλιο, β) Μάιο και γ) Ιούνιο.....	99
Σχήμα 12. Μέσος όρος (\pm τυπική απόκλιση): α) της πυκνότητας των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών (άτομα/ha) και β) των αναπαραγόμενων ζευγαριών (α.ζ./ha) στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.....	102
Σχήμα 13. Ιεραρχική ομαδοποίηση των χειμερινών ποωδών φυτών σε σχέση με συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.....	118
Σχήμα 14. Ιεραρχική ομαδοποίηση των εαρινών ποωδών φυτών σε σχέση με τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.....	120
Σχήμα 15. Ιεραρχική ομαδοποίηση των ξυλωδών φυτών σε σχέση με τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.....	125
Σχήμα 16. Ιεραρχική ομαδοποίηση των γαιοσκωλήκων σε σχέση με τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.....	123
Σχήμα 17. Ιεραρχική ομαδοποίηση των Carabidae σε σχέση με τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.....	124

- Σχήμα 18.** Ιεραρχική ομαδοποίηση των Tenebrionidae σε σχέση με τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί..... 125
- Σχήμα 19.** Ιεραρχική ομαδοποίηση των ισοπόδων σε σχέση με τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και στα μακί..... 126
- Σχήμα 20.** Ιεραρχική ομαδοποίηση των διαχειριζόμενων ειδών πουλιών σε σχέση με τα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί..... 127
- Σχήμα 21.** Ιεραρχική ομαδοποίηση των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών σε σχέση με τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί 129
- Σχήμα 22.** Διάγραμμα ταξινόμησης (RDA) της πυκνότητας των ποωδών φυτών, των διαχειριζόμενων ειδών πουλιών, των γαιοσκωλήκων και των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί. (Ερμηνεία συμβόλων γραφήματος: B1...B10:Βιολογικοί ελαιώνες, Σ1...Σ10: Συμβατικοί ελαιώνες, Ε1...Ε10: Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες, Μ1...Μ10:Μακί, ΑΛΚ: Ανόργανη λίπανση Κ, ΑΛΝ: Ανόργανη λίπανση Ν, ΟΝ: Ολικό Ν, ΔΠΣΠ: Δείκτης ποικιλότητας Shannon ποωδών φυτών, ΥΑ: Υγρασία αέρα, ΟΛ: Οργανική λίπανση Κ, ΚΟΠ: Κοπριά, ΟΟ: Οργανική ουσία, ΕΚΘΧ: Έκθεση χωραφιού, ΕΚΤΧ: Έκταση χωραφιού)..... 132
- Σχήμα 23.** Διάγραμμα ταξινόμησης (RDA) της πυκνότητας των ποωδών φυτών, των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών, των ξυλωδών φυτών, των Carabidae, των Tenebrionidae, των ισοπόδων και των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων. (Ερμηνεία συμβόλων γραφήματος, Ο1...Ο10: Βιολογικοί ελαιώνες, C1...C10: Συμβατικοί ελαιώνες, Α1...Α10: Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες, Μ1...Μ10: Μακί, ΑΛΚ: Ανόργανη λίπανση Κ, ΑΛΝ: Ανόργανη λίπανση Ν, ΔΠΣC: Δείκτης ποικιλότητας Shannon των Carabidae, ΔΠΣΞΦ: Δείκτης ποικιλότητας Shannon των ξυλωδών φυτών, ΥΞΦ: Ύψος ξυλωδών φυτών, ΔΠΣΤ: Δείκτης ποικιλότητας Shannon των Tenebrionidae, ΥΨ: Υψόμετρο, ΚΟΠ: Κοπριά, ΟΟ: Οργανική ουσία, ΔΠΣΙΣ: Δείκτης ποικιλότητας Shannon των ισοπόδων) 134

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Η βιολογική γεωργία (%) στην Ευρώπη το 2011	25
Εικόνα 2. Τα μεσογειακά οικοσυστήματα σε όλο τον κόσμο.....	29
Εικόνα 3. Το δέντρο της ελιάς	32
Εικόνα 4. Εξάπλωση της ελιάς στη λεκάνη της Μεσογείου.....	33
Εικόνα 5. Ελιά και ελαιόλαδο	34
Εικόνα 6. Ομβροθερμικό διάγραμμα περιοχής μελέτης (στοιχεία Μετεωρολογικού σταθμού Αγκιάλου περιόδου 1956-2010).....	55
Εικόνα 7. Βιολογικοί ελαιώνες	56
Εικόνα 8. Συμβατικοί ελαιώνες.....	57
Εικόνα 9. Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	57
Εικόνα 10. Μακί.....	58
Εικόνα 11. Πειραματικό σχέδιο πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων	60
Εικόνα 12. Δειγματοληψία εδάφους με κυλινδρικό δειγματολήπτη.....	61
Εικόνα 13. Δειγματοληψία ποωδών φυτών	63
Εικόνα 14. Δειγματοληψία βιομάζας ποωδών φυτών.....	64
Εικόνα 15. Δειγματοληψία ξυλώδους βλάστησης	65
Εικόνα 16. Δειγματοληψία γαιοσκωλήκων (μέθοδος Formalin).....	66
Εικόνα 17. Παγίδες παρεμβολής (pitfall traps).....	68
Εικόνα 18. Μέθοδος των σημειακών καταμετρήσεων (Point Count method)	70
Εικόνα 19. Επιφανειακή κατά στρώσεις διάβρωση μιας εδαφικής επιφάνειας συμβατικού ελαιώνα	84

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 1. Περιοχή μελέτης	54
Χάρτης 2. Δειγματοληπτικές επιφάνειες εδάφους στην περιοχή έρευνας.....	61
Χάρτης 3. Δειγματοληπτικές επιφάνειες ποωδών φυτών στην περιοχή έρευνας.....	64
Χάρτης 4. Δειγματοληπτικές επιφάνειες ξυλωδών φυτών στην περιοχή έρευνας	65
Χάρτης 5. Δειγματοληπτικές επιφάνειες γαιοσκωλήκων στην περιοχή έρευνας.....	67
Χάρτης 6. Δειγματοληπτικές επιφάνειες κολεοπτέρων και ισοπόδων στην περιοχή έρευνας.....	68
Χάρτης 7. Δειγματοληπτικές επιφάνειες ορنيθοπανίδας στην περιοχή έρευνας.....	70

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η γεωργία αποτελεί τη βασική κινητήρια δύναμη που επηρεάζει τη βιοποικιλότητα της Ευρώπης και έχει διαμορφώσει, σε μεγάλο βαθμό, το φυσικό τοπίο της ευρωπαϊκής υπαίθρου (Delbeare et al. 2002). Τα αγροτικά συστήματα και οι ήπιες καλλιεργητικές πρακτικές που υιοθετήθηκαν σταδιακά στο πέρασμα χιλιάδων χρόνων έχουν υποστηρίξει εκατοντάδες γενεές ανθρώπων και τουλάχιστον μέχρι τα μέσα του 20^{ου} αιώνα, υποστήριζαν μια πλούσια άγρια ζωή (Pienkowski 1998, Davari et al. 2010).

Τα τελευταία χρόνια, ο τομέας της γεωργίας έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας εξαιτίας της έντονης εντατικοποίησής του. Η αυξημένη ανάγκη για υψηλή παραγωγή τροφής σε συνδυασμό με την επιδίωξη για γρήγορο κέρδος είχε ως αποτέλεσμα την εντατικοποίηση της αγροτικής δραστηριότητας με την ταυτόχρονη αύξηση των αγροχημικών (Tivy 1990, Βαγγελάτου 2010).

Όσο όμως η αύξηση της γεωργικής παραγωγής βοήθησε σε πολλούς τομείς τον άνθρωπο, τόσο επέφερε επιπτώσεις που δύσκολα μπορούν να αγνοηθούν και σε ορισμένες περιπτώσεις δύσκολα μπορούν να προβλεφθούν στο οικοσύστημα. Η υποβάθμιση της ποιότητας του εδάφους, των νερών, των τροφίμων, η εξαφάνιση των ειδών και η ρύπανση του αγρο-οικοσυστήματος με την αλόγιστη χρήση των αγροχημικών έχει καταστήσει τον ρόλο της οικολογίας στον τομέα της γεωργίας ένα από τα πλέον επίκαιρα ζητήματα στον επιστημονικό χώρο (Eswaran et al. 2001).

Συνεπώς, με βάση όσα προαναφέρθηκαν, η γεωργική οικολογία αποτελεί τη διερεύνηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των οργανισμών (που συνδέονται με τη γεωργία) και των φυσικών τους ενδιαιτημάτων, εστιάζοντας στη μορφή, τη δυναμική, τις λειτουργίες των αλληλεξαρτήσεών τους και των διαδικασιών στις οποίες περιλαμβάνονται, τη βελτίωση της αειφορίας και τις λιγότερες ανάγκες για εξωτερικές εισροές (Tivy 1990, Altieri 1995).

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Συμβατικά και βιολογικά (οργανικά) καλλιεργητικά συστήματα

2.1.1 Συμβατική καλλιέργεια

Από την στιγμή που ο άνθρωπος ξεκίνησε να καλλιεργεί τη γη καρπωνόταν από αυτήν πολύτιμα αγαθά. Στην αρχή την καλλιεργούσε με πρωτόγονα μέσα, αργότερα, όμως, εφηύρε τρόπους για να διευκολύνει την καλλιέργειά της. Με την αύξηση του πληθυσμού ήταν αναπόφευκτη η επέμβασή του στις καλλιέργειες προκειμένου να παράγει πιο άμεσα προϊόντα και κατ' επέκταση να δώσει λύση σε ποικίλα προβλήματα (Σιάρδος και Κουτσούρης 2002). Η ανάγκη αυτή οδήγησε τον άνθρωπο με την εφαρμογή του συμβατικού τρόπου καλλιέργειας να παράγει πιο ανθεκτικά προϊόντα, σε μεγαλύτερες ποσότητες και με καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά τα οποία ανταποκρίνονται στις ανάγκες του μάρκετινγκ (The News Tribune 1989, Wothington 2001).

Ως συμβατική αναφέρεται η καλλιέργεια που στηρίζεται στην ευρεία χρήση αγροχημικών (λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων), στην εντατικοποίηση των καλλιεργητικών μεθόδων, στην έντονη εκμηχάνιση και στη μονοκαλλιέργεια, μέθοδοι που συμβάλλουν στην ταχύτερη παραγωγή με μικρότερο κόστος (Μπούρμπος και Σκουντριδάκης 1996, Hathaway-Jenkins 2011).

Η γονιμότητα του εδάφους διατηρείται και βελτιώνεται στη συμβατική καλλιέργεια με τη χρήση κατάλληλων λιπασμάτων η οποία έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των εισοδημάτων των αγροτικών οικογενειών (The News Tribune 1989). Ωστόσο, η υπερβολική χρήση λιπασμάτων δημιούργησε προβλήματα στα αγροοικοσυστήματα, στο περιβάλλον, στους παραγωγούς, αλλά και στα προϊόντα τα οποία παράγουν. Μερικά από τα προβλήματα αναφέρονται παρακάτω (Αλμπάνης 1991):

- Διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας
- Υψηλοί ρυθμοί γεννήσεων ορισμένων εντόμων (π.χ. αφίδες) τα οποία είναι καταστροφικά για μια καλλιέργεια (Praslicka et al. 1997)
- Υποβάθμιση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους
- Ρύπανση του νερού και του εδάφους

Τα φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται στις συμβατικές καλλιέργειες είναι ιδιαίτερα τοξικά και δημιουργούν πολλά προβλήματα τόσο στον άνθρωπο όσο και στο περιβάλλον εφόσον μπορούν να επηρεάσουν τα συνθετικά του (Αλμπάνης 1996). Η εκτεταμένη χρήση τους δημιουργεί προβλήματα στο οικοσύστημα, καθώς βλάπτουν τη χλωρίδα και την πανίδα, μολύνουν τα ύδατα και κατά συνέπεια τους υδρόβιους οργανισμούς και ρυπαίνουν το υπέδαφος (Κωνσταντίνου 2000). Ανυπολόγιστες βλάβες όμως επιφέρουν και στον ανθρώπινο οργανισμό, πράγμα το οποίο ανησυχεί ιδιαίτερα την ιατρική κοινότητα. Η μακροχρόνια χρήση τους είναι υπεύθυνη για διάφορες επικίνδυνες ασθένειες. Έρευνες αναφέρουν ότι τα φυτοφάρμακα ευθύνονται για την παρουσίαση κρουσμάτων καρκίνου, γεγονός που δημιουργεί ανησυχίες τόσο για τους καλλιεργητές όσο και για τους καταναλωτές (Κουτσελίνης και Αθανασέλης 1995). Τα φυτοφάρμακα διεισδύουν στον ανθρώπινο οργανισμό είτε κατά τη χρήση τους μέσω της εισπνοής, είτε κατά τη βρώση προϊόντων που περιέχουν υπολείμματα φυτοφαρμάκων (Torres et al. 1996).

Όλα τα παραπάνω αποτέλεσαν κίνητρο για την αναζήτηση μιας καινούριας αιφορικής γεωργικής πρακτικής που σέβεται το περιβάλλον και τους καταναλωτές. Η πρακτική αυτή είναι η βιολογική καλλιέργεια, η οποία επιτυγχάνει την προστασία της βιοποικιλότητας του οικοσυστήματος και της καλλιέργειας από τους εχθρούς, με βιολογικά μέσα, παράγοντας έτσι υγιεινά προϊόντα, φιλικά προς το περιβάλλον.

2.1.2 Βιολογική καλλιέργεια

Η βιολογική καλλιέργεια έχει αρχίσει να εξαπλώνεται ραγδαία σε όλα τα κράτη με επακόλουθο η παραγωγή των βιολογικών προϊόντων να παρουσιάζει μεγάλη ανάπτυξη (Greene 2000, Willer et al. 2008). Οι πωλήσεις βιολογικών προϊόντων αυξάνονται συνεχώς με απόρροια οι βιολογικές καλλιέργειες να έχουν τριπλασιαστεί, αφού οι καταναλωτές αναζητούν όλο και περισσότερα βιολογικά προϊόντα τα όποια είναι απαλλαγμένα από χημικές ουσίες (Greenfield 2004). Επίσης, η δημιουργία οικολογικών κινημάτων βοηθά στην ανάπτυξη της βιολογικής καλλιέργειας, καθώς και την ύπαρξη εθνικής νομοθεσίας.

Στην ευρωπαϊκή ένωση η ανάπτυξη της βιολογικής καλλιέργειας έχει συνεχώς αυξανόμενη πορεία (Wright 1997, Moschitz 2008). Συγκεκριμένα, στην Ολλανδία το Υπουργείο Γεωργίας εξασφαλίζει καλύτερες συνθήκες για την ανάπτυξη της

βιολογικής καλλιέργειας και την προώθηση βιολογικών προϊόντων. Στην Ελλάδα, η βιολογική καλλιέργεια ξεκίνησε κατά τη δεκαετία του 1980 από μεμονωμένα άτομα τα οποία σταδιακά πολλαπλασιάστηκαν και άρχισαν να δημιουργούν μονάδες βιολογικής καλλιέργειας (ICAP 2001).

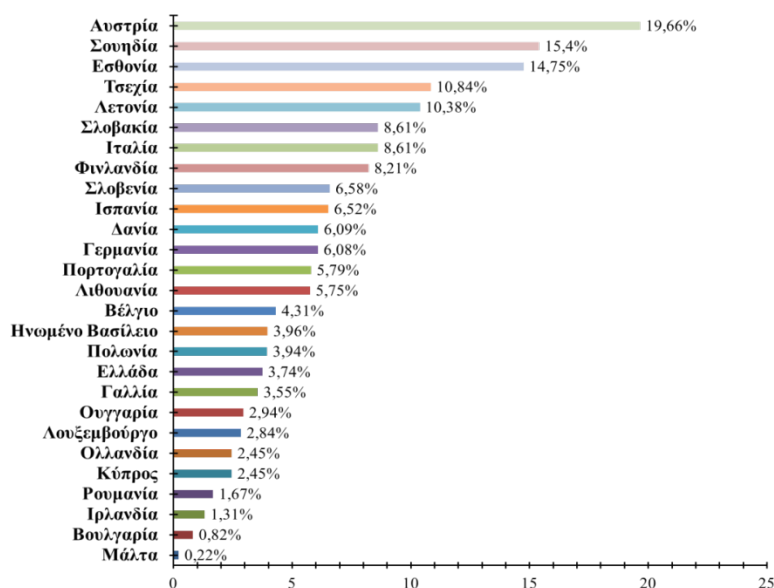
Η ανάπτυξη της βιοκαλλιέργειας στην Ελλάδα παρουσιάζει, βέβαια, περισσότερα πλεονεκτήματα συγκριτικά με άλλες χώρες. Τα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα της ανάπτυξης της βιολογικής καλλιέργειας στην Ελλάδα είναι: οι κατάλληλες κλιματολογικές συνθήκες, το ανάγλυφο του εδάφους, η σχετικά χαμηλή ρύπανση από χημικές ουσίες και η ύπαρξη βιολογικών καλλιεργειών οικογενειακής μορφής (Mangos et al. 2003).

Σύμφωνα με τους Κανονισμούς 834/2007 και 889/2008 της Ε.Ο.Κ., σχετικά με τον βιολογικό τρόπο παραγωγής γεωργικών προϊόντων, η βιολογική γεωργία ορίζεται ως ένα παραγωγικό σύστημα με ήπιας μορφής καλλιέργεια, φιλική προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Βασίζεται στην αποφυγή της χρήσης των συνθετικών αγροχημικών (γεωργικά φάρμακα και λιπάσματα), στην αποφυγή της χρησιμοποίησης των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών και των προϊόντων τους, στη μεγιστοποίηση της χρήσης της αμειψισποράς και των οργανικών υπολειμμάτων (κοπριά, χλωρή λίπανση, κομποστοποίηση), στη διατήρηση της βιοποικιλότητας και στη βιολογική καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών των φυτών (Janssen and Hamm 2011).

Στόχος της βιολογικής καλλιέργειας είναι να συμβάλλει στη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, στη χρησιμοποίηση αποβλήτων ζωικής προέλευσης, καθώς και στο σύστημα αμειψισποράς και χλωρής λίπανσης προκειμένου να αυξηθεί η γονιμότητα του εδάφους (Rodale 1971, Lamine 2011). Εξίσου σημαντικό είναι να γίνει η σωστή χρήση γεωργικών προϊόντων, ώστε να διατηρηθεί η βιολογική ακεραιότητα σε όλα τα στάδια. Επιπρόσθετα, με το συγκεκριμένο τύπο καλλιέργειας χρησιμοποιούνται σωστά όλοι οι φυσικοί πόροι του εδάφους, καθώς επίσης το νερό και ο αέρας, με αποτέλεσμα να αποφεύγονται οι μολύνσεις που μπορούν να πλήξουν το οικοσύστημα (Azeez 2009, IFOAM 2009).

Το έτος 2011, οι βιολογικά καλλιεργούμενες εκτάσεις αποτελούσαν το 2,23% της συνολικά καλλιεργούμενης γης της Ευρώπης. Τα μεγαλύτερα ποσοστά βιολογικά καλλιεργούμενων εκτάσεων καταγράφηκαν στην Αυστρία (19,66% της συνολικής γεωργικής έκτασης), τη Σουηδία (15,40%) και την Εσθονία (14,75%). Στην Ελλάδα

το συνολικό ποσοστό των βιολογικά καλλιεργούμενων εκτάσεων κάλυπτε το 3,74% της συνολικής γεωργικής γης (Εικόνα 1) (FiBL 2012).



Εικόνα 1. Η βιολογική γεωργία (%) στην Ευρώπη το 2011.

2.1.3 Προϋποθέσεις άσκησης βιολογικής καλλιέργειας

Για να πιστοποιηθεί ένα προϊόν ότι είναι βιολογικό είναι απαραίτητος ο έλεγχος σε όλα τα στάδια της παραγωγής (Lafler 1990). Ο έλεγχος ξεκινά από το αγροτεμάχιο έως τη μεταποίηση του προϊόντος. Αρχικά ο παραγωγός είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει πρακτικές και φροντίδες που απαιτούνται στις βιολογικές καλλιέργειες και έπειτα οφείλει να κοινοποιεί στον οργανισμό ελέγχου το πρόγραμμα που θα ακολουθήσει.

Με τη βιολογική καλλιέργεια τα προϊόντα είναι υγιεινά, με περισσότερες θρεπτικές ουσίες και χωρίς χημικές ουσίες (Rodale 1971, Rigby and Cáceres 2001). Επομένως, μια καλλιέργεια για να είναι βιολογική είναι επιβεβλημένο να ακολουθεί μια ολοκληρωμένη γεωργική πρακτική. Συγκεκριμένα σύμφωνα με μελέτη επιτροπής του USDA των Η.Π.Α. (1980):

- Το έδαφος πρέπει να είναι υγιές. Για να επιτευχθεί η υγεία και η γονιμότητα του εδάφους επιβάλλεται η χρήση της χλωρής λίπανσης, χρήση κοπριάς και κομπόστ και καλλιέργεια με ψυχανθή που ενσωματώνουν άζωτο στο έδαφος

- Καλλιέργεια όσο το δυνατό περισσότερων ειδών σε ένα αγροτεμάχιο για να δημιουργηθούν κατάλληλες συνθήκες ώστε να μην πλήττεται η καλλιέργεια από έντομα και μικροοργανισμούς
- Να γίνεται σωστή χρήση των πόρων του εδάφους
- Χρήση φυτικών λιπασμάτων, κυρίως ποωδών φυτών (π.χ. τσουκνίδα, μάραθος κ.ά.) και χρήση πετρωμάτων (θειάφι, χαλκό κ.ά.) για την καταπολέμηση ασθενειών
- Επιλογή ανθεκτικών ποικιλιών και εντατικές καλλιεργητικές φροντίδες

Για την μετατροπή ενός αγροτεμαχίου συμβατικής καλλιέργειας σε αγροτεμάχιο βιολογικής καλλιέργειας απαιτείται ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα μετάβασης. Είναι απαραίτητο ένα διάστημα 2-3 χρόνων και σε αυτό το διάστημα είναι επιβεβλημένο να γίνουν οι κατάλληλες εργασίες για να επιτευχθεί η γονιμότητα του εδάφους. Επίσης, για τη μετάβαση από τη συμβατική καλλιέργεια στη βιολογική απαιτείται η εξέταση πλείστων παραμέτρων έτσι ώστε το αγροτεμάχιο να πληρεί τις απαραίτητες προϋποθέσεις. Η σταδιακή αποκατάσταση, επομένως, είναι ωφέλιμη για την ποιότητα του εδάφους και την ισορροπία του οικοσυστήματος (Worthington 1998, Smith et al. 2011).

2.1.4 Απαιτήσεις της βιολογικής καλλιέργειας

Η βιολογική καλλιέργεια απαιτεί ιδιαίτερη φροντίδα προκειμένου να διατηρείται η αειφορία και η βιοποικιλότητα του εδάφους (Σιάρδος και Κουτσούρης 2002, Bengtsson et al. 2005). Επιπλέον, είναι απαραίτητος ο εμπλουτισμός του εδάφους με θρεπτικά στοιχεία ωφέλιμα για την παραγωγή και φιλικά προς το οικοσύστημα. Η επιλογή των κατάλληλων θρεπτικών στοιχείων γίνεται με συνεκτίμηση κάποιων παραγόντων όπως: η ανάλυση του εδάφους (pH, δομή), η ανάλυση των φύλλων, η ηλικία και η κατάσταση των δέντρων. Τα συνηθισμένα θρεπτικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται είναι: το άζωτο, το ασβέστιο, το κάλιο και το μαγνήσιο (Mader et al. 2002).

Στη βιολογική καλλιέργεια απαραίτητη είναι και η λήψη προληπτικών μέτρων για την καταπολέμηση των ασθενειών και των παρασίτων. Επιτρέπεται η χρήση ειδικών σκευασμάτων φυτοπροστασίας, τα οποία εγκρίνονται από τη σχετική

νομοθεσία (Bosch 1999) και μειώνουν ή προστατεύουν από τις ζημιές από τους επιζήμιους οργανισμούς, ενώ παράλληλα συμβάλλουν και στην ανάπτυξη των φυσικών αμυνών των δέντρων. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα προϊόντα αυτά δεν είναι επιβλαβή για τον άνθρωπο και το οικοσύστημα. Τα προϊόντα που επιτρέπονται για την καταπολέμηση ασθενειών και παρασίτων στη βιολογική καλλιέργεια είναι: πύρεθρο, ροτενόνη, κάσσια, θείο, υπερμαγγανικό κάλιο, καλιούχο σαπούνι, φερομόνες και χαλκούχα σκευάσματα (Mader et al. 2002).

2.2 Εγκατάλειψη αγροοικοσυστημάτων

Ένας συνδυασμός κοινωνικών και οικονομικών παραγόντων συνετέλεσε και συντελεί στη σταδιακή εγκατάλειψη της υπαίθρου. Η μείωση του πληθυσμού της υπαίθρου εξαιτίας της χαμηλής γονιμότητας της γης, της χορήγησης επιδοτήσεων σε συγκριμένες καλλιέργειες με αποτέλεσμα να υπάρχει μείωση στο αγροτικό εισόδημα και δυσκολίες στη λήψη αποφάσεων ως προς τη χρήση της γης (Αγροτύπος 2006), της γήρανσης του αγροτικού πληθυσμού, της μετανάστευσης των νέων στα αστικά κέντρα και των κοινωνικοοικονομικών προβλημάτων των αγροτικών περιοχών αποτελούν τόσο τις αιτίες όσο και το αποτέλεσμα της εγκατάλειψης (Correia 1993, ΕΕΑ 2004). Το μεσογειακό τοπίο είναι ιδιαίτερα ευάλωτο σε τέτοιες κοινωνικοοικονομικές αλλαγές (Farina 1998) και οι πιο συχνά αναφερόμενες συνέπειες τέτοιων μεταβολών είναι η αλλαγή της χρήσης/κάλυψης της γης (Mulligan et al. 2004).

Η συνεχής επέμβαση του ανθρώπου στη γη επέφερε δυσμενή αποτελέσματα στα αγροοικοσυστήματα. Συγκεκριμένα, η γονιμότητα του εδάφους μειώθηκε, καθώς η επέμβαση του ανθρώπου επηρέασε τις ιδιότητές του. Η αλόγιστη υλοτομία και η εντατική καλλιέργεια της γης είχε ως αποτέλεσμα τη διάβρωση τους εδάφους και την υποβάθμιση της ποιότητας των αγροοικοσυστημάτων (Amana 2010). Επιπλέον, οι καιρικές συνθήκες που συνήθως επικρατούν είναι αποτρεπτικές για την ανάπτυξη των καλλιεργειών σε βαθμό που τα εδάφη παραμένουν χωρίς εδαφική κάλυψη, με αποτέλεσμα να ευνοείται η επιφανειακή απορροή και η διάβρωση. Όταν οι κλιματικές συνθήκες μιας περιοχής δεν είναι ευνοϊκές, όπως για παράδειγμα, όταν επικρατούν πολύ υψηλές θερμοκρασίες και ελάχιστες βροχοπτώσεις, τότε εντείνεται

η διάβρωση του εδάφους. Αυτό έχει ως απόρροια οι ξηρικές καλλιέργειες να εγκαταλείπονται εξαιτίας της αδυναμίας των γεωργών να αντεπεξέλθουν οικονομικά, καθώς με τη διάβρωση του εδάφους η καλλιέργεια καθίσταται πολύ δύσκολη έως αδύνατη.

Η εγκατάλειψη των αγροοικοσυστημάτων επομένως, είχε ως συνέπεια τον επηρεασμό του τοπίου, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του εδάφους και τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής (Φωτόπουλος 2009). Συγκεκριμένα σε περιοχές με καλές κλιματολογικές συνθήκες τα εδάφη μπορούν να υποστηρίξουν ικανοποιητική φυτική κάλυψη με αποτέλεσμα να παρατηρείται η βελτίωσή τους λόγω της συσσώρευσης οργανικών υπολειμμάτων, αύξηση της βιοποικιλότητας, βελτίωση της δομής του εδάφους, ταχύτατη διείσδυση του νερού στο έδαφος και επομένως μείωση της διάβρωσης του εδάφους (Trimble 1990, Φωτόπουλος 2005). Για παράδειγμα, αγροκτήματα τα οποία παρέμειναν εγκαταλειμμένα για πάνω από δέκα χρόνια απέκτησαν τα βασικά χαρακτηριστικά τα οποία διέθεταν πριν την καλλιέργειά τους. Η εγκατάλειψη είχε ως αποτέλεσμα τη βελτίωση των χαρακτηριστικών του εδάφους, όπως αύξηση της οργανικής ουσίας και της αποθηκευτικής ικανότητας νερού και δημιουργία εδαφικής δομής με μεγάλη σταθερότητα (Martinez-Fernandez et al. 1996).

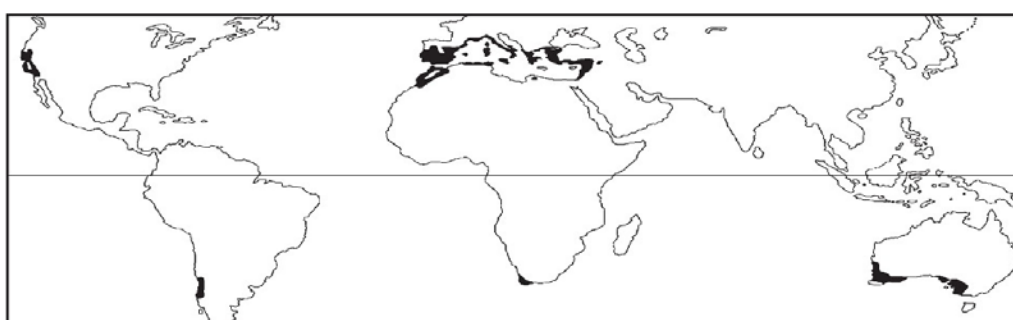
Ωστόσο, η εγκατάλειψη των αγροοικοσυστημάτων επέφερε και αρνητικές συνέπειες, οι οποίες αφορούν στην εξαφάνιση ή τη μείωση της πολιτισμικής ποικιλότητας, την ελάττωση ή και εξάλειψη ειδών χλωρίδας και πανίδας, την αλλαγή της υφής του μωσαϊκού από λεπτή σε τραχιά, τη μείωση των ανοιχτών χώρων και την κάλυψη αυτών με ξυλώδη φυτά, τη μείωση ή εξαφάνιση των ειδών των οικοτόνων και τη μείωση της αισθητικής αξίας του τοπίου (Farina 1998, Bielsa et al. 2005). Σύμφωνα με τους Jaiyeoba (1995) και Unger (1997) αγροκτήματα, τα οποία βρίσκονται διαρκώς σε καλλιέργεια, έχουν μειωμένη γονιμότητα. Τα συγκεκριμένα εδάφη περιέχουν μικρότερες ποσότητες ολικού αζώτου, οργανικής ουσίας και ανταλλάξιμες βάσεις μικρότερης ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων, από παρόμοια εδάφη με φυσική βλάστηση.

Αναφορικά με την καλλιέργεια της ελιάς, η οποία κατέχει μεγάλο μερίδιο της αγροτικής οικονομίας, οι πιο σημαντικές αιτίες που οδήγησαν στην εγκατάλειψη της καλλιέργειάς της, είναι οι περιβαλλοντικές συνθήκες και η υποβάθμιση της γονιμότητας του εδάφους που προκαλείται από την υπερεκμετάλλευσή του, τη βροχή

και τον αέρα (WWF and Birdlife International 2001). Μια άλλη σημαντική αιτία που οδήγησε στην εγκατάλειψη της καλλιέργειας της ελιάς είναι η χαμηλή παραγωγή και τιμή και η κακή ποιότητα του καρπού. Η τιμή του ελαιοκάρπου μειώνεται σημαντικά με αποτέλεσμα τα τελευταία 11 χρόνια να φθάσει σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Η παραγωγή και η ποιότητα του ελαιόλαδου είναι επίσης μειωμένη, καθώς παρατηρείται σημαντική προσβολή από δάκο και αυξημένη καρπόπτωση από δυσμενείς καιρικές συνθήκες (Κυριτσάκης 2007).

2.3 Μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα

Τα μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα βρίσκονται σε γεωγραφικά πλάτη μεταξύ του 31^{ου} και του 40^{ου} παράλληλου βόρεια και νότια του ισημερινού και ειδικότερα στη λεκάνη της Μεσογείου, στην Καλιφόρνια των Η.Π.Α., στη Χιλή (Ν. Αμερική), στη Νότια Αφρική και στη νοτιοδυτική Αυστραλία (Εικόνα 2). Παρόλο που οι περιοχές αυτές διαφέρουν ως προς τη γεωλογία, τα εδαφολογικά τους χαρακτηριστικά, τη σύνθεση της βιοποικιλότητας κ.ά., τα τυπικά γνωρίσματα των οικοσυστημάτων που φιλοξενούν είναι σε μεγάλο βαθμό όμοια. Ο βασικός παράγοντας που καθορίζει τα δομικά και λειτουργικά τους χαρακτηριστικά είναι οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στις περιοχές αυτές, κυρίως, οι ήπιοι και υγροί χειμώνες και τα θερμά, άνυδρα καλοκαίρια (Μελιάδου 2000).



Εικόνα 2. Τα μεσογειακά οικοσυστήματα σε όλο τον κόσμο (Μελιάδου 2000).

Βιογεωγραφικά, όλες αυτές οι περιοχές χαρακτηρίζονται από την παρουσία σκληρόφυλλων ξυλωδών φυτών και υψηλή βιοποικιλότητα. Τα μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα καταλαμβάνουν μόνο το 1,2 % της επιφάνειας της γης και

φιλοξενούν έναν μεγάλο αριθμό φυτικών ειδών, γεγονός που τα κατατάσσει στη δεύτερη θέση, μετά τα τροπικά βροχοδάση (tropical rainforests), ως «θερμές περιοχές» (hot spots) βιοποικιλότητας (Di Castri 1981, Vogiatzakis et al. 2006).

Τα φυτά, προκειμένου να πετύχουν τη μεγαλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους, δημιουργούν κοινότητες, η σύνθεση των οποίων εξαρτάται και από τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Οι κοινότητες αυτές που ονομάζονται φυτοκοινότητες διακρίνονται χωρικά και σχηματίζουν ζώνες βλάστησης, οι οποίες μεταβάλλονται φυσιολογικά καθώς μεταβαίνουμε από τα μικρότερα στα μεγαλύτερα υψόμετρα (Κωνσταντινίδης και Γκατζογιάννης 2001).

Σύμφωνα με την Arıanooutsou (1998) και την Ντασιοπούλου (2008) τα Μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις σημαντικές κατηγορίες σύμφωνα με την επικρατούσα βλάστηση και τις βροχοπτώσεις της κάθε περιοχής, όπως φαίνεται στα υποκεφάλαια που ακολουθούν.

2.3.1 Φυτοκοινότητες με εποχικά διμορφικά μικρόσωμα φυτά (φρύγανα)

Τα φρύγανα είναι χαμηλές θαμνώδεις διαπλάσεις στις οποίες κυριαρχούν θάμνοι που χαρακτηρίζονται από εποχιακό διμορφισμό (η διαφορετική μορφή που παρουσιάζουν τα φυτά αυτά το χειμώνα και το καλοκαίρι ως αποτέλεσμα της προσαρμογής τους στην καλοκαιρινή ξηρασία).

Κυρίαρχα ξυλώδη φυτά στο σύστημα των φρυγάνων είναι το θυμάρι (*Coridothymus capitatus*), η αστοιβή (*Sarcopoterium spinosum*), η θρούμπα (*Satureja thymbra*), η γαλαστοιβή (*Euphorbia acanthothamnus*), το λιβανόχορτο (*Teucrium capitatum*), η ασφάκα (*Phlomis fruticosa*) και οι λαδανιές ή κουνούκλες (*Cistus spp.*).

Στην Ελλάδα τα φρύγανα καλύπτουν το 12,5% της έκτασής της και εξαπλώνονται κυρίως στις Κυκλάδες, τα Δωδεκάνησα, την Κρήτη και τη δυτική Ελλάδα από το Μεσολόγγι μέχρι τα σύνορα με επικράτηση των ασφακώνων (Δημόπουλος 1999).

2.3.2 Φυτοκοινότητες αείφυλλων, σκληρόφυλλων διαπλάσεων «μακί» ή «μακία»

Η μακία βλάστηση χαρακτηρίζει ένα ιδιαίτερα διαδεδομένο τύπο οικοσυστήματος στην Ελλάδα. Αναπτύσσεται σε γόνιμα εδάφη, ενώ τα φύλλα της είναι λεπτά, μεγαλύτερα από αυτά των φρυγάνων και παραμένουν σε όλη τη διάρκεια του έτους έχοντας διάρκεια ζωής δύο ετών. Η μειωμένη παρουσία ποωδών φυτών στον υπόροφο και η πολύ πυκνή δομή που δεν αφήνει σχεδόν καθόλου ελεύθερο χώρο μεταξύ των ατόμων σε πιο ώριμο στάδιο εξέλιξης, αποτελούν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ώριμων, πυκνών και υψηλών μακί (Agianoutsou 1998).

Τα άφθονα είδη των μακί είναι οι θάμνοι αείφυλλοι και σκληρόφυλλοι, ύψους μέχρι 2-2,5 μέτρων, με βαθιές ρίζες για να προσροφούν το απαραίτητο νερό και δερματώδη φύλλα για να περιορίζουν τη διαπνοή το καλοκαίρι (έντονη ξηρασία). Τέτοια είναι η αγριελιά (*Olea europea*), ο σχίνος (*Pistacia lentiscus*), η μυρτιά (*Myrtus communis*), το πουρνάρι (*Quercus coccifera*), η κουμαριά (*Arbutus unedo*), η αριά (*Quercus ilex*), η χαρουπιά (*Ceratonia siliqua*) κ.ά. (Οικονομίδου 1995).

Τα μακί απαντώνται στην Χαλκιδική, το Πήλιο (μέχρι τα 500 μέτρα), την Εύβοια, την Κρήτη, τη Θράκη, τα νησιά του Αιγαίου (εκτός από το μεγαλύτερο μέρος των Κυκλάδων), τον Όλυμπο (από τα 300 έως 600 μέτρα υψόμετρο), τη Νότια Πελοπόννησο και τα παράλια του Αμβρακικού (Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων 2011).

2.3.3 Δασικές φυτοκοινότητες με πεύκα

Στις δασικές φυτοκοινότητες κυριαρχεί ένα είδος κωνοφόρου. Τα δάση χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis*) εμφανίζονται σε αμμώδη αλλά και σε ασβεστολιθικά εδάφη μέχρι το υψόμετρο των 1200 μέτρων. Η τραχεία πεύκη (*Pinus brutia*) αποτελεί είδος της ανατολικής Μεσογείου, το οποίο στην Ελλάδα συναντάται στα Δωδεκάνησα, την Κρήτη, τα νησιά του Βορείου Αιγαίου και τη Δαδιά του νομού Έβρου. Η κουκουναριά (*Pinus pinea*) σχηματίζει δάση σε αμμώδη ή αργιλοαμμώδη εδάφη και δεν μπορεί να αναπτυχθεί πάνω σε πετρώδες υπόστρωμα. Στην Ελλάδα τα δάση αυτά απαντώνται σε περιοχές της Δ. Πελοποννήσου, το Μαραθώνα, τη Σκιάθο και τη χερσόνησο του Άθω (Λασκαράτος 2002).

2.4 Η καλλιέργεια της ελιάς

2.4.1 Προέλευση και εξάπλωση

Η ελιά είναι ένα δέντρο με σταθερή αξία και είναι μεταξύ των παλαιότερων γνωστών καλλιεργούμενων δέντρων στον κόσμο (Liphschitz et al. 1991). Αποτελεί ίσως το πιο χαρακτηριστικό είδος του μεσογειακού τοπίου, καθώς η λεκάνη της Μεσογείου ήταν και είναι η βασική περιοχή καλλιέργειάς της (Zohary 1995, Zohary and Hopf 2000, Margaritis and Jones 2008). Η ελιά έπαιξε σημαντικό ρόλο στις τοπικές οικονομίες και συμβολίζει τη δύναμη, την ειρήνη και τη μακροζωία (Domont and Montelle 2003, Salavert 2008) (Εικόνα 3).



Εικόνα 3. Το δέντρο της ελιάς (Φωτ. Αλ. Σολωμού).

Η ελιά είναι γνωστή από τους αρχαιότετους χρόνους ως αυτοφυές φυτό. Κατάγεται από τη Μικρά Ασία και από εκεί εξαπλώθηκε στο Ιράν, τη Συρία, την Παλαιστίνη και την υπόλοιπη Μεσόγειο πριν από 6.000 χρόνια περίπου (Banilas et al. 2003). Πρόσφατα η ελαιοκαλλιέργεια άρχισε να αναπτύσσεται και στη Ν. Αφρική, την Αυστραλία, την Ιαπωνία, την Αργεντινή, τη Χιλή και σε μερικές περιοχές του Πακιστάν και της Κίνας (Vossen 2007, Kapellakis et al. 2008). Στην Ελλάδα ξεκίνησε η διάδοσή της από το 6000 π.Χ. στη δυτική Ελλάδα (Ηπειρος,) και το 3200 π.Χ. εξαπλώθηκε στη Θεσσαλία και την ανατολική κεντρική Ελλάδα (Μπαλατσούρας 1984) (Εικόνα 4).



Εικόνα 4. Εξάπλωση της ελιάς στη λεκάνη της Μεσογείου (Μπαλατσούρας 1984).

2.4.2 Σημασία της ελαιοκομίας

Η καλλιέργεια της ελιάς καλύπτει μεγάλες εκτάσεις με το μεγαλύτερο μέρος να βρίσκεται στη Μεσόγειο (Ποντίκης 1992). Η ελιά αποτελεί τη βασική πρώτη ύλη σημαντικών γεωργικών βιομηχανιών στις βόρειες χώρες της μεσογειακής λεκάνης (Loumou and Giourga 2003). Η καλλιέργειά της είναι σημαντική, αφού το ελαιόδεντρο μπορεί να αξιοποιήσει εκτάσεις οι οποίες είναι ακατάλληλες για οποιαδήποτε άλλη καλλιέργεια (λιγότερο ευνοημένες ορεινές και ημιορεινές περιοχές, με το χαμηλότερο γεωργικό εισόδημα) και συμβάλει στην προστασία των εδαφών από τη διάβρωση. Η ελαιοκαλλιέργεια, επομένως, θεωρείται ως μια σημαντική καλλιέργεια για τη διατήρηση των αγροτικών πληθυσμών στις περιοχές αυτές και προσφέρει απασχόληση σε ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού των ελαιοπαραγωγικών χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Κόττικα 2004).

Η ελαιοκομία έχει μεγάλη οικονομική, κοινωνική και οικολογική σημασία για τις χώρες της Μεσογείου. Η Ελλάδα είναι η τρίτη μεγαλύτερη ελαιοπαραγωγός χώρα στον κόσμο (καλλιεργούνται 150.000.000 ελαιόδεντρα σε 7.650.000 στρ.), μετά την Ισπανία και την Ιταλία (Therios 2009, Vlyssides 2012). Με κριτήριο την ποιότητα όμως, η Ελλάδα κατατάσσεται πρώτη στον κόσμο, καθώς σύμφωνα με στοιχεία του Συνδέσμου Ελληνικών Βιομηχανιών Τυποποίησης Ελαιολάδου (Σ.Ε.Β.Ι.Τ.Ε.Λ.), πάνω από το 70% της Ελληνικής παραγωγής ελαιολάδου είναι εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο (Prosodol-Science for life 2011).

Στην Ελλάδα η ελαιοκαλλιέργεια αντιστοιχεί στο 70% της έκτασης των δενδρωδών καλλιεργειών και καλύπτει το 17% της καλλιεργούμενης γης (Ε.Σ.Υ.Ε.

2011). Η ελαιοκαλλιέργεια διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αγροτική ανάπτυξη ως μια από τις κύριες πηγές εισοδήματος και απασχόλησης στις σχετικά ξηρές περιοχές της Μεσογείου (de Graaff and Errpink 1999) και για το 1/3 του αγροτικού πληθυσμού της χώρας μας (Ε.Σ.Υ.Ε. 2011). Τα κυριότερα προϊόντα που παράγονται από την καλλιέργεια της ελιάς είναι το ελαιόλαδο (1.750.000 τόνοι) και οι βρώσιμες ελιές (400.000 τόνοι) (Vlyssides 2012). Τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία παρουσιάζει η παραγωγή ελαιολάδου, αφού είναι ένα προϊόν το οποίο αποτελεί βασικό συστατικό της ανθρώπινης διατροφής (Κυριτσάκης 2007) (Εικόνα 5).



Εικόνα 5. Ελιά και ελαιόλαδο (Βικιπαίδεια 2013).

2.4.3 Ποικιλίες ελιάς

Οι ποικιλίες της ελιάς προήλθαν από τα δέντρα αγριελιάς με καλούς χαρακτήρες, που επέλεξε ο άνθρωπος εδώ και πολλά χρόνια και με κατάλληλη επιλογή δημιούργησε τις σημερινές ποικιλίες που καλλιεργούνται στις ελαιοκομικές περιοχές σε μεγάλες εκτάσεις. Τα κριτήρια ταξινόμησης των ποικιλιών ελιάς (Σφακιωτάκης 1996, Γρηγοριάδου 2003, Θεριός 2005) είναι τα εξής: 1) το ύψος του δέντρου, 2) η μορφολογία βλαστών και φυλλώματος, 3) τα χαρακτηριστικά ταξιανθιών και καρπού, 4) η πρωιμότητα και η παραγωγικότητα, 5) η αντοχή σε εχθρούς και ασθένειες, 6) η ευαισθησία στις εδαφοκλιματικές συνθήκες και ο προορισμός χρήσης του καρπού (Γιαννοπολίτης 1995) που αποτελεί και την πιο πρακτική μέθοδο κατηγοριοποίησης των ελληνικών ποικιλιών, βάσει του οποίου οι ελιές χωρίζονται στις ποικιλίες για ελαιοποίηση, στις επιτραπέζιες ποικιλίες και στις μεικτές ποικιλίες (Fooks 1998).

Στην Ελλάδα υπάρχουν διάφορες ποικιλίες ελιών. Ανάμεσά τους οι πιο γνωστές και οι πιο συνηθισμένες επιτραπέζιες ελιές με οικονομικό ενδιαφέρον για την Ελλάδα

είναι: η "Κονσερβολιά" (*Olea europaea media rotunda*) (η οποία φέρεται επίσης με τα ονόματα Αμφίσσης, Βολιώτικη, Πηλίου και Πατρινιά), η "Καλαμών" (*Olea europaea var. ceraticarpa*) (Καλαματιανή, Αετονύχι, Τσιγκέλι και Κορακολιά) και η Χαλκιδικής (Γαϊδουροελιά). Από τις λαδολιές διαδεδομένη είναι: η "Κορωνέικη" (*Olea europaea var. microcarpa alba*) (γνωστή επίσης και ως Ψιλολιά, Κρητικιά, Λιανολιά και Κοράνι), η "Λιανολιά Κερκύρας" (*Olea europaea var. craniomorpha*) (Σουβλολιά, Νερολιά, Στρυφτολιά και Πρεβεζάνα), η "Κολοβή" (*Olea europaea var. pyriformis*) (Μυτιλινιά, Βαλάνα ή Μηλολιά) και η "Αδραμυτίνη" (*Olea europaea var. media subrotunda*) (Αϊβαλιώτικη και Φραγκολιά). Οι ποικιλίες "Μεγαρίτικη" (*Olea europaea var. argentata*) (Λαδολιά, Περαχωρίτικη ή Βοδωδίτικη), "Θρουμπολιά" (*Olea europaea var. media oblonga*) (Χονδρολιά, Ασκούδα, Χουρμαδολιά, Λαδολιά και Καλολιά) και Κοθρέικη (*Olea europaea var. minor rotunda*) (Κορινθιακή, Μανάκι, Μανακολιά και Γλυκομάνακο) είναι ποικιλίες διπλής χρήσης (Σφακιωτάκης 1996, Θεριός 2005). Στον πίνακα 1 παρουσιάζεται η Περιφερειακή κατανομή των ποικιλιών ελιάς.

Πίνακας 1. Περιφερειακή κατανομή ποικιλιών ελιάς (Σφακιωτάκης 1996, Θεριός 2005).

Περιοχή	Ελαιόλαδο	Επιτραπέζιες ελιές
Πελοπόννησος	Κορωνέικη, Κοθρέικη, Μαστοειδής	Καλαμών
Κρήτη	Κορωνέικη, Μαστοειδής, Θρουμπολιά	Θρουμπολιά, Καλαμών
Στερεά Ελλάδα	Μεγαρίτικη, Μαστοειδής, Κολυμπάδα	Αμφίσσης
Ιόνια νησιά	Λιανολιά, Κερκύρας, Ασπρολιά	
Νησιά Αιγαίου	Βαλανολιά, Αδραμυτινή, Θρουμπολιά	Θρουμπολιά, Βαλανολιά
Θεσσαλία	Αμφίσσης	Αμφίσσης
Μακεδονία	Χαλκιδικής, Θρούμπα, Θάσου	Χαλκιδικής
Ήπειρος	Λιανολιά	Αμφίσσης

2.4.4 Βιολογία της ελιάς

Το καλλιεργούμενο είδος ελιάς είναι το *Olea europaea L.* το οποίο ανήκει στην τάξη Contortae και στην οικογένεια Oleaceae. Η οικογένεια Oleaceae περιλαμβάνει περισσότερα από 25 γένη. Το γένος *Olea* περιλαμβάνει 30 είδη, από τα οποία μόνον

το είδος *Olea europaea* (L.) παρουσιάζει οικονομικό ενδιαφέρον. Το τελευταίο περιλαμβάνει δύο παραλλαγές:

- Την ήμερη, τυπική ή κοινή ελιά (*Olea europaea* var. *sativa*).
- Την άγρια ελιά ή αγριελιά (*Olea europaea* var. *sylvestris*) (Μπαλατσούρας 1984).

Το δέντρο της ελιάς είναι φυτό υποτροπικό, αειθαλές, ανεμόφιλο, με μακροζωία (ο χρόνος ζωής του κυμαίνεται από μερικές δεκάδες έως εκατοντάδες έτη) και με μεγάλη αντοχή στις αντίξοες συνθήκες, το οποίο μπορεί να ζήσει και να καρποφορήσει χωρίς καμία καλλιεργητική φροντίδα (Μπαλατσούρας 1999).

2.4.5 Βοτανικά χαρακτηριστικά της ελιάς

Η ελιά είναι ένα δέντρο που φτάνει τα 15-20 μέτρα σε ύψος με κορμό κυλινδρικό. Ο φλοιός της είναι ομαλός και στα νεαρά ελαιόδεντρα είναι λείος και τεφροπράσινος ενώ στα ενήλικα είναι ρυτιδωμένος. Τα πρώτα χρόνια το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται κάθετα ενώ αργότερα αντικαθίσταται με θυσαννώδες, το οποίο αναπτύσσεται λίγο πιο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ανάλογα με το βάθος του εδάφους και τις εφαρμοζόμενες καλλιεργητικές τακτικές (Ποντίκης 2000).

Τα φύλλα της είναι απλά, βραχύμυσα, λογχοειδή, παχιά, δερματώδη και διατηρούνται στο δέντρο πάνω από 2-3 χρόνια. Στην πάνω επιφάνεια καλύπτονται από χυτίνη ενώ στην κάτω επιφάνεια φέρουν μεγάλο αριθμό τριχών (Ποντίκης 1992). Οι οφθαλμοί της ελιάς διακρίνονται σε δύο τύπους: α) τους ξυλοφόρους που φύονται πλάγια στις μασχάλες των δέντρων και όταν αναπτυχθούν φέρουν μόνο κλαδιά και β) τους καρποφόρους που φύονται μόνο πλάγια στις μασχάλες των φύλλων και όταν αναπτυχθούν δίνουν ταξιανθία. Τέλος, ο καρπός της ελιάς είναι δρύπη, του οποίου το χρώμα στην αρχή είναι πράσινο και κατά την ωρίμανση γίνεται ροζ, πορφυρό ή μαύρο (Del Fabro 2009).

2.4.6 Κλιματολογικές και εδαφολογικές συνθήκες ανάπτυξης της ελιάς

Η ελιά αναπτύσσεται σε μια μέση θερμοκρασία μεταξύ 15°C και 20°C. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες δεν υπόκεινται ζημιές ενώ σε πιο χαμηλές θερμοκρασίες (-7°C) προκαλούνται ζημιές. Οι πρώιμοι παγετοί της άνοιξης μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές στους μόλις εκπτυσσόμενους οφθαλμούς της ελιάς. Επιπλέον, όταν η ελιά καρποφορεί και σημειωθούν χαμηλές θερμοκρασίες μέχρι 0°C ο καρπός συρρικνώνεται αλλά μόνο για 2-3 μέρες και έπειτα επανέρχεται στο αρχικό του σχήμα (Polese 2008). Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες υπόκεινται μόνιμη συρρίκνωση του καρπού, με αποτέλεσμα χαμηλή οξύτητα κατά την παράγωγη ελαιολάδου.

Στην ελιά δεν είναι απαραίτητη η άρδευση λόγω του ότι είναι ανθεκτική στην ξηρασία πλην μόνο των 6 πρώτων μηνών των δένδρων (Ποντίκης 1992). Επίσης, η μεγάλη ατμοσφαιρική υγρασία ευνοεί την ανάπτυξη επιβλαβών για την ελιά μυκήτων ή εντόμων, ενώ το χιόνι συνήθως προκαλεί σπάσιμο κλαδιών και βραχιόνων. Το καταλληλότερο έδαφος για την ανάπτυξη της ελιάς είναι οι επίπεδες τοποθεσίες οι οποίες δεν είναι εκτεθειμένες σε παγετούς. Ο τύπος του εδάφους δεν παίζει ρόλο γιατί η ελιά αναπτύσσεται και σε βαθιά γόνιμα εδάφη αλλά και σε ξηρά εδάφη των λόφων (Μπαλατσούρας 1999). Ελαφρώς όξινα έως αλκαλικά εδάφη την ευνοούν και μπορεί να ανεχθεί ακόμη και pH 8.5. Είναι ανθεκτική στην αλατότητα και οι βροχοπτώσεις παίζουν σημαντικό ρόλο στην καρποφορία της, πολύ περισσότερο εκεί όπου η καλλιέργεια δεν αρδεύεται (Σφακιωτάκης 1993).

2.4.7 Κλάδεμα ελιάς

Το κλάδεμα της ελιάς πραγματοποιείται με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργείται ένας ισχυρός κορμός, προκειμένου το δέντρο να αντέχει το μεγάλο φορτίο, να διευκολύνει τη συγκομιδή του καρπού και να συντελεί στην αύξηση της παραγωγικής ζωής του δένδρου. Η εποχή του κλαδέματος είναι μετά τη συγκομιδή των καρπών και πριν την ανάπτυξη της νεαρής βλάστησης, εκτός και εάν το δέντρο είναι προσβεβλημένο από τον ιό της φυματίωσης οπότε το κλάδεμα γίνεται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Μπαλατσούρας 2007).

2.4.8 Λίπανση ελιάς

Η ποσότητα και ο τύπος της λίπανσης καθορίζεται από το έδαφος, τις κλιματολογικές συνθήκες, την κατάσταση του εδάφους, την ηλικία, την ποικιλία και τη βλάστηση του ελαιόδεντρου. Τα κύρια θρεπτικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται είναι άζωτο, φωσφόρος και κάλιο. Η εποχή που γίνεται η λίπανση χωρίζεται σε δυο περιόδους. Η πρώτη γίνεται κατά την ξυλοποίηση του ενδοκαρπίου και η δεύτερη κατά τον Σεπτέμβριο με αρχές του Οκτωβρίου (Therios 2005).

2.4.9 Συγκομιδή ελιάς

Η συγκομιδή της ελιάς ξεκινάει από τις αρχές Νοεμβρίου, αλλά αυτό εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής. Οι μέθοδοι συγκομιδής είναι οι εξής (Ποντίκης 1992):

- Με τα χέρια: Η συγκομιδή με τα χέρια γίνεται όταν ο καρπός έχει υπερωριμάσει και είναι έτοιμος να πέσει στο έδαφος. Ο συγκριμένος τρόπος συγκομιδής δίνει λάδι σε χαμηλή ποιότητα και δεν εφαρμόζεται.
- Με ραβδισμό: Η μέθοδος αυτή παράγει καλύτερη ποιότητα ελαιολάδου αλλά χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή γιατί υπάρχει περίπτωση να καταστραφεί το δένδρο καθώς και πολλοί καρποφόροι βλαστοί.
- Με μηχανικά μέσα: Η μέθοδος ενδείκνυται για τις ελαιοποιήσιμες ποικιλίες.

Μετά τη συγκομιδή γίνεται η διαλογή του καρπού όπου γίνεται διαχωρισμός του ελαιόκαρπου από τα φύλλα και διάφορα αλλά άχρηστα υλικά. Ο ελαιόκαρπος προορίζεται για επεξεργασία για την παράγωγη ελαιολάδου και βρώσιμης ελιάς (Κυριτσάκης 2007).

2.4.10 Παρασιτικά προβλήματα της ελιάς

Η ελιά έχει παρασιτικά προβλήματα τα οποία οφείλονται κυρίως σε βακτηριακές και μυκητολογικές παθήσεις και σε εντομολογικές προσβολές. Η πιο σημαντική

βακτηριακή πάθηση είναι η καρκίνωση και η φυματίωση της ελιάς ενώ από μυκητολογικές παθήσεις είναι η ανθράκωση, η ξεροβούλα, η αδρομύκωση και το κυκλοκόνιο (Ποντίκης 1992). Από εντομολογικές παθήσεις οι πιο σημαντικές είναι ο δάκος, η βαμβακώδης ψώρα, το λεκάνιο, το υστερόπτερο, η φυματιόμορφος ψώρα, το καλόκορις, το θυσανόπτερο, ο πυρηνοτρύτης, ο φυλλορύκτης, η κηκιδόμυγα, ο φλοιοτρίβης και ο φλοιοφάγος. Η καταπολέμησή τους γίνεται συνήθως με χρήση χημικών ουσιών. Αξίζει να σημειωθεί ότι μη παρασιτικά προβλήματα της ελιάς σχετίζονται με τη θρέψη του φυτού και τις περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως η θερμοκρασία και η υγρασία (Θεριός 2005).

2.5 Βιοδείκτες ή βιολογικοί δείκτες αγροοικοσυστημάτων

Οι βιολογικοί δείκτες ή βιοδείκτες είναι βιολογικές διεργασίες, είδη ή κοινότητες (οργανισμοί) τα οποία χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ποιότητας ενός οικοσυστήματος (Paoletti 1999a,b). Οι οργανισμοί ερευνώνται για αλλαγές που ίσως υποδηλώνουν πρόβλημα με το οικοσύστημα στο οποίο ζουν. Οι αλλαγές μπορούν να αφορούν τη βιοχημεία, φυσιολογία, γενετική, συμπεριφορά, παρουσία ή απουσία, πυκνότητα πληθυσμού κτλ. Κάθε οργανισμός έχει την ιδιότητα να καταγράφει την υγεία του περιβάλλοντος στο οποίο ζει. Οι βιοδείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν, για να ανιχνεύσουν την παρουσία ρύπανσης και την επίδρασή της στο συγκεκριμένο οικοσύστημα, ή να ανιχνεύσουν αλλαγές στο οικοσύστημα (Planet Earth in Danger 2008).

Για να μπορούν τα άτομα ενός ορισμένου είδους, να καθιερωθούν ως οργανισμοί - βιοδείκτες, το είδος αυτό πρέπει να πληρεί ορισμένες προϋποθέσεις (Pearson 1994, Hall et al. 2009):

- να μην υπάγεται σε νομική προστασία
- να είναι εύκολη η συλλογή του
- να είναι άφθονο και εύκολο στο χειρισμό του
- να αποτελεί σημαντικό μέλος του εκάστοτε οικοσυστήματος
- να είναι ικανό να συσσωρεύει ρύπους
- να αποκρίνεται στην έκθεση σε ρύπους
- να υπάρχει δημόσιο ενδιαφέρον για τα είδη

2.5.1 Φυτά-δείκτες ανθρωπογενών επιδράσεων

Η ελληνική χλωρίδα περιλαμβάνει 6.308 τάξα (είδη και υποείδη), σύμφωνα με τα ως σήμερα στοιχεία της βάσης δεδομένων της Flora Hellenica, ενώ ο αριθμός των ειδών υπολογίζεται ότι είναι 4.900 - 5.500 (Strid and Tan 1992). Υπάρχουν είδη φυτών που αποτελούν δείκτες υποβαθμισμένων ή πλήρως ανθρωπογενών ενδιαιτημάτων και ανάλογα με τη συχνότητα εμφάνισής τους και την κάλυψή τους, μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για την ένταση των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και να διατυπωθούν προτάσεις για τον περιορισμό τους (Καραγιάννη 2009). Τα φυτά δείκτες διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

α) Φυτά-δείκτες βόσκησης

Ως φυτά-δείκτες βόσκησης ορίζονται τα φυτικά είδη, που είναι ανθεκτικά στην υπερβόσκηση και στα πατήματα των ζώων (π.χ. *Cynodon dactylon*, *Poa trivialis*) ή παρουσιάζουν πολύ καλή ικανότητα αναβλάστησης (π.χ. *Lolium perenne*, *Trifolium resupinatum*) με αποτέλεσμα να κυριαρχούν σε συνθήκες υπερβόσκησης έναντι λιγότερο ανταγωνιστικών φυτών. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται επίσης φυτικά είδη που δεν καταναλώνονται από τα ζώα για διάφορους λόγους π.χ. η δυσάρεστη γεύση τους, η ακανθώδης μορφή τους ή η τοξικότητά τους, π.χ. *Urtica dioica*, *Cirsium creticum*, *Holcus lanatus*, *Capsella bursa-pastoris*, *Oxalis pes-caprae*, *Conium maculatum*, *Anagallis arvensis*, *Carex* sp., *Papaver rhoeas* κ.ά. (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992, Σαρλής 1998).

β) Ποώδη φυτά καλλιεργειών

Στην κατηγορία των ποωδών φυτών των καλλιεργειών ανήκουν πολυάριθμα ετήσια είδη που έχουν δυνατότητα ταχείας εξάπλωσης με αυτόχωρα ή αλλόχωρα μέσα. Αναπτύσσονται συνήθως εντός των καλλιεργειών ή σε γειτονικές θέσεις και είναι άμεσα εξαρτημένα από αυτές π.χ. *Fumaria officinalis*, *Galium aparine*, *Vicia laxiflora*, *Petrorhagia dubia*, *Matricaria recutita* κ.ά. (Σαρλής 1998, Bunce et al. 1999).

γ) Ποώδη φυτά κρασπέδων δρόμων και αγρών, περιαστικών χώρων (νιτρόφιλα είδη)

Κατά μήκος των δρόμων, στους εγκαταλειμμένους αγρούς, αλλά και γύρω από οικισμούς ή αγροτικές και κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις αναπτύσσονται ετήσια νιτρόφιλα ποώδη φυτά. Η διασπορά τους είναι συνήθως ανθρωπογενής και εξαρτάται κυρίως από τα διάφορα μέσα μετακίνησης, ενώ η επικράτησή τους ευνοείται από την αφθονία αζωτούχων υλικών π.χ. *Dittrichia viscosa*, *Rumex conglomeratus*, *Ballota nigra*, *Scolymus hispanicus*, *Rubus ulmifolius*, *Linum bienne*, *Echium plantagineum* κ.ά. (Haigh 1980, Whitney 1985, Σαρλής 1998, Bunce et al. 1999).

Ένας από τους βασικούς στόχους της βιολογικής γεωργίας είναι ο εμπλουτισμός του εδάφους με τα απαραίτητα ιχνοστοιχεία που τυχόν απουσιάζουν, γιατί τα χημικά στοιχεία του εδάφους και τα φυτά είναι αλληλένδετα. Η έλλειψη ιχνοστοιχείων προκαλεί ανάπτυξη κάποιων φυτών που εμπλουτίζουν το έδαφος με τα ελλείποντα ιχνοστοιχεία. Πολλά ποώδη φυτά μπορούν να θεωρηθούν ως σχετικά με την κατάσταση του εδάφους και έτσι να γίνουν οι ανάλογες επεμβάσεις από τους καλλιεργητές πριν καταφύγουν σε αναλύσεις εδαφών (Ροτογιάννη 2011). Στον πίνακα 2 που ακολουθεί παρατίθενται ο τύπος του εδάφους και τα φυτά που αναπτύσσονται και χαρακτηρίζουν τον κάθε τύπο.

Πίνακας 2. Φυτά-δείκτες εδάφους (Ροτογιάννη 2011).

Τύπος Εδάφους	Φυτά δείκτες
Ελαφρά εδάφη: χαρακτηρίζονται τα εδάφη με τη μεγάλη διαπερατότητα τον καλό αερισμό, ευκολία στη καλλιέργεια	<i>Adonis aestivalis</i> , <i>Gnaphalium polycephalum</i> , <i>Gnaphalium uliginosum</i> , <i>Gnaphalium spicatum</i> , <i>Gnaphalium sylvaticum</i> , <i>Gnaphalium obtusifolium</i> , <i>Gnaphalium pumilum</i> , <i>Gnaphalium spicatum</i> , <i>Gnaphalium sylvaticum</i> , <i>Gnaphalium obtusifolium</i> , <i>Gnaphalium pumilum</i> .
Ελαφρά αμμώδη: Οφείλουν τα χαρακτηριστικά τους στη μεγάλη περιεκτικότητα σε άμμο	<i>Papaver argemone</i> , <i>Verbascum thapsus</i> , <i>Ornithopus perpusillus</i> , <i>Stellaria media</i> , <i>Trifolium arvense</i> .
Υγρά εδάφη	<i>Stachys palustris</i> , <i>Ranunculus repens</i> , <i>Mentha arvensis</i> , <i>Polygonum lapathifolium</i> .
Ξηρά εδάφη	<i>Anthemis tinctoria</i> , <i>Berteroa incana</i> .
Πηλώδη εδάφη	<i>Colchicum autumnale</i> , <i>Matricaria chamomilla</i> , <i>Daucus carota</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Tussilago farfara</i> , <i>Veronica persica</i> .
Πλούσια συμπιεσμένα εδάφη	<i>Potentilla anserina</i> , <i>Plantago major</i> , <i>Equisetum arvense</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Ranunculus repens</i> , <i>Mentha arvensis</i> , <i>Mercurialis annua</i> , <i>Centaurea scabiosa</i> , <i>Alopecurus pratensis</i> .
Ξηρά αμμώδη εδάφη	<i>Legousia speculum</i> , <i>Erodium cicutarium</i> , <i>Falcaria vulgaris</i> .
Καλά αεριζόμενα και υγρά εδάφη	<i>Fumaria officinalis</i> , <i>Lamium purpureum</i> , <i>Myosotis arvensis</i> .

Εδάφη με ελάχιστο χούμο	<i>Authoxanthum odoratum</i> , <i>Matricaria inodora</i> , <i>Equisetum arvense</i> .
Εδάφη μέσης περιεκτικότητας σε χούμο	<i>Anthemis arvensis</i> , <i>Consolida regalis</i> , <i>Buglossoides arvensis</i> , <i>Avena fatua</i> .
Αρκετό χούμο	<i>Chenopodium album</i> .
Πλούσια σε χούμο	<i>Stellaria media</i> , <i>Mercurialis annua</i> , <i>Urtica urens</i> , <i>Galinsoga parviflora</i> , <i>Euphorbia spp.</i> , <i>Veronica bederitolia</i> , <i>Veronica persica</i> , <i>Urtica dioica</i> .
Φτωχά σε άζωτο	<i>Cytisus scoparius</i> , <i>Cerastium spp.</i> , <i>Grophila venua</i> , <i>Sedum acre</i> , <i>Stachys recta</i> .
Μετρίως αζωτούχα	<i>Alopecurus myosuroides</i> , <i>Aphanes arvensis</i> , <i>Tripleurospermum maritimum</i> .
Αρκετό άζωτο	<i>Galium aparine</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Echinochloa crus-galli</i> .
Πλούσια σε άζωτο	<i>Urtica dioica</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Mercurialis annua</i> , <i>Senecio vulgaris</i> , <i>Amaranthus retroflexus</i> .
Βασικά εδάφη pH> 7	<i>Senecio vulgaris</i> , <i>Amaranthus retroflexus</i> , <i>Salvia pratensis</i> , <i>Onobrychis viciaefolia</i> , <i>Sinapis arvensis</i> , <i>Euphorbia chamaesyce</i> .
Όξινα εδάφη	<i>Ilex aquifolium</i> , <i>Stachys arvensis</i> , <i>Galeopsis tetrahit</i> , <i>Raphanus raphanistrum</i> .
Φτωχά σε ασβέστιο	<i>Polypodium vulgare</i> , <i>Anthemis arvensis</i> , <i>Pteridium aquilium</i> , <i>Viola spp.</i> , <i>Lathyrus pratensis</i> , <i>Sarothamnus scoparius</i> , <i>Oxalis corniculata</i> , <i>Oxalis aceotosella</i> .
Εδάφη με καλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο	<i>Rhapanus raphanistrum</i> , <i>Digitalis laevigata</i> , <i>Campanula spp.</i> , <i>Lupinus hirsutus</i> , <i>Spergula arvensis</i> , <i>Sinapis arvensis</i> , <i>Cyperus spp.</i> , <i>Rumex spp.</i> , <i>Agrostis vulgaris</i> , <i>Veronica officinalis</i> .
Εδάφη πλούσια σε μαγνήσιο	<i>Aethionema graecum</i> , <i>Aethionema creticum</i> , <i>Alyssum saxatile</i> , <i>Asphodeline lutea</i> , <i>Euphorbia exiqua</i> , <i>Calendula officinalis</i> , <i>Galium incurvum</i> , <i>Galium setaseum</i> , <i>Anagallis arvensis</i> , <i>Vicia pereyrina</i> , <i>Medicago arborea</i> , <i>Stellaria media</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Salvia spp.</i> , <i>Linaria vulgaris</i> , <i>Cichorium intybus</i> , <i>Gampanula rapunculoides</i> , <i>Sanguisorba minor</i> .
Εδάφια πλούσια σε κάλιο	<i>Digitalis purpurea</i> , <i>Teucrium spp.</i> , <i>Helleborus cyclophyllus</i> .
Αλατούχα εδάφη	<i>Digitalis purpurea</i> , <i>Laciniatum sp.</i>
	<i>Eryngium maritimum</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Salsola kali</i> , <i>Cochlearia officinalis</i> , <i>Juncus gerardi</i> , <i>Triglochim maritima</i> , <i>Spergularia salina</i> , <i>Polygonum maritimum</i> , <i>Salicornia fruticosa</i> .

2.5.2 Πουλιά

Στην Ελλάδα έχουν παρατηρηθεί 442 είδη πουλιών, από τα οποία 176 ανήκουν στα Στρουθιόμορφα (24 οικογένειες) και τα υπόλοιπα κατανέμονται σε άλλες 21 τάξεις (42 οικογένειες). Συνολικά δηλαδή, αντιπροσωπεύονται στην Ελλάδα 22 τάξεις και 66 οικογένειες πουλιών (Λεγάκις και Μαραγκού 2009, Σφενδουράκης 2010).

Η σημασία της μελέτης των πουλιών σε αγροτικά οικοσυστήματα είναι πολύ μεγάλη, καθώς στις μέρες μας το 1/3 των εκτάσεων προς εκμετάλλευση της γης καταλαμβάνεται από τη γεωργία (Osterman 1998). Τα πουλιά αποτελούν «βαρόμετρο» της ποιότητας του φυσικού περιβάλλοντος, καθώς αρκετά είδη (π.χ. αρπακτικά) βρίσκονται στην κορυφή της τροφικής πυραμίδας και αλληλεπιδρούν έντονα με το περιβάλλον τους (Pain and Dixon 1997). Οι μειώσεις στους πληθυσμούς πολλών ειδών αντικατοπτρίζουν την καταστροφή, υποβάθμιση ή/και την αλλαγή της κατάστασης των ενδιαιτημάτων τους και δηλώνουν το κατά πόσο ο χώρος όπου ζουν μπορεί να λειτουργήσει αιφορικά και να στηρίξει την επιβίωσή τους. Τα πουλιά είναι ωφέλιμα για μια καλλιέργεια επειδή τρέφονται με έντομα τα οποία είναι ζημιογόνα για την ανάπτυξή της (Παπαηλιάκης κ.ά. 1998). Αποτελούν τους πλέον αξιόπιστους βιοδείκτες για την καλή υγεία του φυσικού περιβάλλοντος, τη μελέτη της επίδρασης ενός μεγάλου εύρους παραγόντων στη φύση και για τη μείωση της βιοποικιλότητας, καθώς έχουν μελετηθεί αρκετά σε σχέση με άλλες ομάδες οργανισμών και αντανακλούν τις επιπτώσεις από τις αρνητικές επιδράσεις και σε άλλα συνθετικά της βιοποικιλότητας, όπως φυτά, έντομα και μικρά θηλαστικά (BirdLife International 2004a).

Η αλόγιστη χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, η εντατικοποίηση και εκμηχάνιση των γεωργικών πρακτικών και η αλλαγή των χρήσεων γης που προκαλούν διάσπαση των φυσικών οικοσυστημάτων και την καταστροφή των οικοτόπων, αποτελούν απειλές για πολλά είδη πουλιών των αγροτικών οικοσυστημάτων (Tucker and Heath 1994). Συστηματικές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί, ιδιαίτερα πάνω στη συμπεριφορά, την κατανομή και τις δημογραφικές μεταβολές ειδών σε αγροτικές περιοχές σε σχέση με τις διαφορετικές τάσεις της σύγχρονης γεωργίας, τόσο χρονικά όσο και χωρικά. Ακόμη, έχουν μελετηθεί οι μεταβολές στους πληθυσμούς των πουλιών, στην αναπαραγωγική τους

επιτυχία, καθώς και στη συμπεριφορά τους για την εύρεση τροφής, με βάση τις διάφορες αλλαγές στη γεωργία και έχει αξιολογηθεί η επίδραση που έχουν οι σύγχρονες γεωργικές πρακτικές στα πουλιά και στο αγροτικό περιβάλλον (Ormerod and Watkinson 2000).

2.5.3 Κολεόπτερα

Τα κολεόπτερα (Φύλο: Αρθρόποδα, Κλάση: Έντομα, Τάξη: Κολεόπτερα, Υποτάξεις: Aderphaga, Archostemata, Myxophaga, Polyphaga), με τουλάχιστον 370.000 (μέχρι σήμερα) γνωστά είδη (Richards and Davies 1977), αποτελούν αναμφισβήτητα τη μεγαλύτερη ζωική ομάδα, όχι μόνον μεταξύ των εντόμων ή των αρθρόποδων, αλλά όλων των ζωικών ομάδων γενικότερα (May 1988).

Τα οικοσυστήματα είναι δυνατόν να χαρακτηριστούν από την παρουσία ή όχι ορισμένων ζωικών οργανισμών. Οι συγκεκριμένοι οργανισμοί έχουν οριστεί ως βιοδείκτες και είναι ομάδες ή υποομάδες ζώων οι οποίες μπορούν να δώσουν στοιχεία για την κατάσταση ενός οικοσυστήματος (Petraakis et al. 2011). Οι σχέσεις των εδαφικών αρθροπόδων με το ενδιαίτημά τους, η διαβίωσή τους στο έδαφος και η υψηλή αφθονία και ποικιλότητά τους αποτελούν σημαντικά πλεονεκτήματα στη χρήση τους ως βιοδεικτών για την αξιολόγηση των επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο έδαφος και των αλλαγών του περιβάλλοντος (van Straalen 1996, Speight et al. 2008, Kuria et al. 2010).

Τα κολεόπτερα είναι συνήθως κάτοικοι του εδάφους (τόσο επιφανειακά όσο και βαθιά στο χώμα), της φυλλοστρωμένης, του χούμου, των φυτών (επιφανειακά, μέσα στον φλοιό αλλά και βαθύτερα) και της σηπόμενης ζωικής και φυτικής ουσίας, συνεισφέροντας αρκετά, στα πρώτα στάδια αποικοδόμησης (Richards and Davies 1977). Για τους διάφορους τύπους οργανικής ύλης υπάρχουν και κάποια κολεόπτερα που μπορούν να τη χρησιμοποιήσουν ως τροφή. Πολλά κολεόπτερα είναι αρπακτικά άλλων εντόμων, και έτσι ωφέλιμα, εφόσον η λεία τους αποτελείται από φυτοπαράσιτα οικονομικής σημασίας, όπως κοκκοειδή, αφίδες, ακάρεα κ.ά. Στο σύνολο των οικογενειών τους επικρατούν τα φυτοφάγα είδη (τόσο στα προνυμφικά όσο και στα ενήλικα στάδια ζουν πάνω και μέσα στα φυτά εκμεταλλευόμενα τους φυσικούς χυμούς, τα φύλλα, τη γύρη, τους καρπούς και το ξύλο), δεν λείπουν όμως

και τα αποκλειστικά μυκητοφάγα, κοπροφάγα και νεκροφάγα είδη. Σχεδόν κάθε είδος καλλιεργούμενου φυτού προσβάλλεται από ένα ή περισσότερα κολεόπτερα (Harde 1981, Chinery 1986, Νούσιας 2005).

Πολλές έρευνες που κάνουν χρήση οργανισμών για την παρακολούθηση της ποιότητας ενός οικοσυστήματος, στηρίζονται στις βιοκοινότητες των κολεοπτέρων και εστιάζονται είτε σε ολόκληρη την τάξη, είτε σε συγκεκριμένες οικογένειες ή σε συγκεκριμένα είδη (Baur et al. 2002, Döring and Kromp 2003, Rainio and Niemelä 2003, Paoletti et al. 2010). Οι επιπτώσεις διαφόρων δραστηριοτήτων, όπως η βόσκηση, οι δασοκομικές εργασίες και οι γεωργικές εφαρμογές, έχουν αξιολογηθεί με τη βοήθεια των κολεοπτέρων (Gardner et al. 1997, Magura et al. 2002, Argyropoulou et al. 2005, Cotes et al. 2010).

Μερικές ομάδες αρθροπόδων μπορούν να δώσουν σημαντικά στοιχεία για τη διαβάθμιση της ξηρότητας σε μια περιοχή. Τέτοιες ομάδες είναι τα Tenebrionidae που αντιπροσωπεύονται σε όλα τα εδάφη μεσογειακού τύπου και αποτελούν δείκτες διαβάθμισης ξηρότητας (Di Castri 1981, Τριχάς 1996, Shanas et al. 2011). Τα Tenebrionidae είναι κυρίως φυτοφάγα, κατανέμονται κυρίως στα ανοιχτά οικοσυστήματα και συνδέονται με ζωντανή ή νεκρή φυτική ύλη από την οποία τρέφονται (Αναστασίου κ.ά. 2006).

Ακόμη, η οικογένεια Carabidae, εκτός του ότι είναι από τις περισσότερο πολυπληθείς στα αγροοικοσυστήματα, θεωρείται ότι αντιπροσωπεύεται καλύτερα σ' αυτά σε σύγκριση με άλλα οικοσυστήματα (Kromp 1999, Funayama 2011). Τα περισσότερα είδη της οικογένειας Carabidae είναι θηρευτές (κυρίως σαρκοφάγα) και θεωρούνται σημαντικά στον έλεγχο παρασίτων στις γεωργικές καλλιέργειες (Luff 1989, Andersen 1992, Veromann et al. 2006), ενώ ορισμένα είναι σποροφάγα και καταναλώνουν τους σπόρους ποωδών φυτών (Honek et al. 2003). Επίσης, έχουν χρησιμοποιηθεί ως δείκτες για την εκτίμηση των επιπτώσεων της μακροχρόνιας άσκησης της εντατικής γεωργίας (Diercks 1986, Körner 1990), καθώς και της απουσίας διαφόρων σχηματισμών βλάστησης στο τοπίο (Purtauf et al. 2005).

Τα Tenebrionidae και τα Carabidae είναι ιδανικοί οργανισμοί για τη μελέτη των περιβαλλοντικών κλίσεων λόγω του ότι η συστηματική τους είναι αρκετά γνωστή, παγιδεύονται εύκολα με παγίδες παρεμβολής και είναι αρκετά ευαίσθητα στις περιβαλλοντικές αλλαγές (Αναστασίου κ.ά. 2006).

Άλλη ομάδα εδαφόβιων εντόμων που χρησιμοποιούνται ως βιοδείκτες είναι τα Staphylinidae, για τα οποία αφενός είναι γνωστές οι ευρύτερες βιοτοπικές απαιτήσεις των κοινότερων ειδών, αφετέρου η οικογένεια αυτή συναντάται σε όλα τα ημιφυσικά και ανθρωπογενή περιβάλλοντα (Bohac 1999, Cotes et al. 2009).

Ως δείκτες διαταραχών που παρουσιάζονται σε καλλιεργούμενες περιοχές, έχουν χρησιμοποιηθεί επίσης οι πληθυσμιακές κατανομές της οικογένειας Heteroptera (Fauvel 1999, Ullrich 2001). Τα Heteroptera, όπως και τα Hymenoptera, έχουν χρησιμοποιηθεί επίσης ως δείκτες βιοποικιλότητας των οικοσυστημάτων (Duelli et al. 1999, Orabi et al. 2010).

2.5.4 Χερσαία ισόποδα

Τα χερσαία ισόποδα (Φύλο: Αρθρόποδα, Υπόφυλο: Καρκινοειδή, Κλάση: Μαλακόστρακα, Τάξη: Ισόποδα, Υπόταξη: Oniscidea) είναι τα μοναδικά Καρκινοειδή που έχουν καταφέρει να προσαρμοστούν στη χερσαία διαβίωση, αναπτύσσοντας ειδικές σωματικές προσαρμογές συμπεριφοράς. Στην Ελλάδα απαντώνται 19 οικογένειες, 47 γένη (τα 8 ενδημικά) και 232 είδη (153 ενδημικά - τα 37 εξ αυτών τρωγλόβια) (Σφενδουράκης 1994). Οι πιο γνωστές μορφές τους είναι τα είδη που μόλις απειληθούν σφαιροποιούνται, κρύβοντας έτσι τα ευάλωτα μέρη της κοιλιακής περιοχής (Σφενδουράκης 1994, Λεγάκις και Μαραγκού 2009).

Τα χερσαία ισόποδα, μέλη της εδαφικής μακροπανίδας, είναι άφθονα και διαδεδομένα σε πολλά ενδιαιτήματα, σε καλλιέργειες, μακία βλάστηση ή δάση, σε σημεία που υπάρχει πολύ υγρασία (συνήθως την ημέρα είναι κρυμμένα κάτω από πέτρες, μέσα στη φυλλοστρωμή όταν αυτή είναι πλούσια και υγρή ή σε άλλα σκιερά και προφυλαγμένα σημεία). Σε μερικά οικοσυστήματα εύκρατων περιοχών, αποτελούν το κυρίαρχο "μέσο" αποσύνθεσης των αρθροπόδων (Hassall et al. 1987) λειτουργώντας ως ρυθμιστές της ανακύκλωσης των θρεπτικών στοιχείων (Zimmer and Torp 1999). Τρέφονται με σητόμενη φυτική ουσία και συνεισφέρουν στην αποικοδόμηση της φυτικής οργανικής ύλης. Επιδρούν στην ενεργοποίηση της μικροβακτηριακής δραστηριότητας, αλλά και στη δομή του εδάφους με την ανάμειξη οργανικών και ανόργανων υλικών, δημιουργούν εδαφικούς πόρους και παράγουν περιττώματα.

Τα χερσαία ισόποδα είναι πολύ ευαίσθητα στις επιδράσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στα φυσικά οικοσυστήματα (Paoletti and Hassal 1999, Moss and Hassall 2006) και χρησιμεύουν ως πολύ καλά μοντέλα για τις μελέτες των οικολογικών προβλημάτων (Messina et al. 2011). Επιπλέον, τα ισόποδα έχουν χρησιμοποιηθεί ως δείκτες για την ανίχνευση βαρέων μετάλλων σε συμβατικά και βιολογικά συστήματα καλλιέργειών, επειδή έχουν την ικανότητα να συσσωρεύουν Zn, Pb, Cd και Cu, στα λυσοσώματα του ηπατοπαγκρέατος (Gál et al. 2008, Godet et al. 2011).

2.5.5 Γαιοσκώληκες

Οι γαιοσκώληκες (Φύλο: Annelida, Τάξη: Oligochaeta) περιλαμβάνουν πάνω από 8.000 είδη σε περίπου 800 γένη. Βρίσκονται σε φυσικά οικοσυστήματα, σε λειμώνες και σε αγροοικοσυστήματα (Edwards 2004). Στην Ελλάδα έχουν βρεθεί μέχρι σήμερα περισσότερα από 80 είδη, που ανήκουν σε 8 γένη (Βαβουλίδου, αδημοσίευτα στοιχεία).

Οι γαιοσκώληκες έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής σε σχέση με άλλα ασπόνδυλα του εδάφους και λόγω του μεγάλου αριθμού τους στα εδάφη και της έντονης δραστηριότητάς τους, διαδραματίζουν τον σημαντικότερο ρόλο στη διάσπαση των φυτικών υπολειμμάτων. Οι κοινοί γαιοσκώληκες στην πλειοψηφία τους ζουν κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, όπου τα οργανικά υλικά είναι αφθονότερα, ενώ σε συνθήκες ξηρασίας για την επιβίωσή τους μετακινούνται στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους είτε με μεγαλύτερη υγρασία είτε μέσω της διάπαυσης. Τρέφονται αποκλειστικά με νεκρή οργανική ύλη και κατά τη διαδικασία της διατροφής τους λαμβάνουν μαζί με τα οργανικά υλικά και μεγάλες ποσότητες ανόργανων εδαφικών υλικών (Pulleman et al. 2005). Οι γαιοσκώληκες τρέφονται επίσης και με περιττώματα ζώων, τα οποία αναμιγνύουν με το έδαφος και τα ενσωματώνουν στην εδαφική μάζα (Karaca 2011).

Οι γαιοσκώληκες είναι σημαντικοί οργανισμοί όσο αφορά στη λειτουργικότητα του εδάφους (Brown et al. 2000, Lavelle and Spain 2001) και κατά συνέπεια παίζουν ένα πολύ σημαντικό ρόλο στην αξιολόγηση του επίγειου οικοτοξικολογικού κινδύνου (βαρέα μέταλλα, φυτοφάρμακα και άλλοι τοξικοί ρύποι) (European Community 1982,

Greig-Smith 1992, Weeks et al. 2004). Έχει προταθεί ότι οι γαιοσκώληκες είναι εξαιρετικοί βιοδείκτες της σχετικής υγείας των οικοσυστημάτων στα οποία διαβιούν, ειδικά όταν πρόκειται για αγροοικοσύστημα (Rodrigues de Lima and Brussaard 2010). Αυτό επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι οι γαιοσκώληκες κατέχουν όλα τα χαρακτηριστικά που χρειάζονται τα ζώα που χρησιμοποιούνται ως εδαφικοί βιοδείκτες, καθότι είναι μεγάλοι σε μέγεθος, πολυάριθμοι, εύκολοι στη δειγματοληψία και εύκολα ταυτοποιήσιμοι. Η περιορισμένη κινητικότητά τους, κάνει αυτά τα ζώα κατάλληλα για την μελέτη της επίδρασης της ρύπανσης, των αλλαγών στη δομή του εδάφους και της επίδρασης των καλλιεργητικών πρακτικών. Επίσης, είναι ευρέως διαδεδομένοι και βρίσκονται σε πλήρη επαφή με το υπόστρωμα στο οποίο ζουν και καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες του (Morgan et al. 1986, Τζώρτζη 2010). Επιπροσθέτως, οι γαιοσκώληκες αποτελούν καλό βιοδείκτη της ποιότητας των εδαφών για τη βιολογική γεωργία (Fründ et al. 2011) και βάσει της βιολογίας τους, μπορούν να χρησιμεύσουν ως δείκτες του μικροκλίματος, της δομής και της θρεπτικής και τοξικής κατάστασης του εδάφους (Bilalis et al. 2009). Οι πληθυσμοί των γαιοσκωλήκων μπορούν να επηρεάσουν την εδαφική δομή και γονιμότητα, ιδίως το πορώδες, τη διήθηση του νερού, καθώς και τη διείσδυση των ριζών σε συμπίεσμένα εδάφη (Bhadauria and Saxena 2010). Επίσης, η διάνοιξη στοών από τους γαιοσκώληκες μέσα στο έδαφος διευκολύνει τον αερισμό και προάγει την στράγγισή του (Σινάνης 2002).

Η χρησιμότητα των γαιοσκωλήκων εκδηλώνεται με πολλούς τρόπους. Κάθε χρόνο, 4 τόνοι επιφανειακού εδάφους ανά στρέμμα περνούν μέσα από το πεπτικό τους σύστημα (αποσυνθέτης), όπου η οργανική ουσία του εδάφους και τα ανόργανα συστατικά του υφίστανται την επίδραση των ενζύμων του πεπτικού συστήματος των γαιοσκωλήκων. Τα αποβαλλόμενα περιττώματα έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά, όπως άζωτο, φώσφορο, κάλιο κ.ά., έχουν υψηλή ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων και μεγάλο βαθμό κορεσμού από βάσεις, ουδέτερο έως ελαφρά αλκαλικό pH και άριστες φυσικές ιδιότητες (Σινάνης 2002).

2.5.6 Δείκτες χαρακτηρισμού της ποιότητας του εδάφους

Σύμφωνα με τον Μισοπολινό (2000) δείκτες της ποιότητας του εδάφους ονομάζονται οι μετρήσιμες εδαφικές λειτουργίες οι οποίες δίνουν έγκυρες και χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με το πόσο καλά μπορεί να λειτουργεί το έδαφος. Οι δείκτες που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να ανταποκρίνονται στα ακόλουθα κριτήρια (Doran and Parkin 1996, Παπαδέλης 2009):

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

Δείκτες που χρησιμοποιούνται στην αξιολόγηση της εδαφικής ποιότητας είναι η μηχανική σύσταση, το pH, η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, το ολικό άζωτο, τα νιτρικά ιόντα, ο φώσφορος, η οργανική ουσία, τα ανταλλάξιμα κατιόντα καλίου και η θερμοκρασία (Βαγγελάτου 2010). Στον πίνακα 3 παρουσιάζεται η σχέση των εδαφικών δεικτών με τις αντίστοιχες λειτουργίες του εδάφους.

Πίνακας 3. Δείκτες για την εκτίμηση της ποιότητας του εδάφους και η σχέση τους με τις εδαφικές λειτουργίες (Βαγγελάτου 2010).

Δείκτες εδαφικής ποιότητας	Σχέση δεικτών και εδαφικών λειτουργιών
Μηχανική σύσταση	Κατακράτηση και μεταφορά νερού και χημικών ουσιών (Sikora and Stott 1996).
pH	Καθορισμός της διαθεσιμότητας των θρεπτικών στοιχείων για τα φυτά και τους μικροοργανισμούς, ελέγχοντας τη διαλυτότητά τους και την προσρόφηση ή την δέσμευσή τους στην στερεά φάση (Arshad and Martin 2002).
Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων	Μέτρο του αριθμού των θέσεων προσρόφησης του εδάφους και ο σημαντικότερος δείκτης της ικανότητας του εδάφους να συγκρατεί αλλά και να εφοδιάζει με κατιόντα τα φυτά (Howell 1987).
Ολικό οργανικό C και N (οργανική ουσία)	Καθορίζει τη γονιμότητα, τη σταθερότητα και το εύρος διάβρωσης (Sikora and Stott 1996).
Νιτρικά ιόντα	Υψηλές συγκεντρώσεις των νιτρικών στο έδαφος σχετίζονται με αυξημένο κίνδυνο έκπλυσής τους (Di and Cameron 2002).
Αφομοιώσιμο N, P και K	Διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία και δυναμικό

Οργανική ουσία	απώλειας N. Δείκτες παραγωγικότητας (Sikora and Stott 1996). Καθορίζει τη γονιμότητα, τη σταθερότητα και το εύρος διάβρωσης (Sikora and Stott 1996).
Θερμοκρασία	Καθορισμός της παραγωγικότητας, της μικροβιακής δραστηριότητας και του ποσοστού της οργανικής ουσίας (Sikora and Stott 1996).

2.6 Σκοπός της διατριβής

Αντικείμενο της παρούσας διατριβής ήταν η διερεύνηση των μηχανισμών και της κατεύθυνσης προς την οποία οι πρακτικές διαχείρισης (συμβατική, βιολογική και εγκατάλειψη) κατευθύνουν την εξέλιξη (μεταβολή) των οικοσυστημάτων των ελαιώνων, καθώς και των επιδράσεων αυτών των πρακτικών στη βιοποικιλότητα. Στην περιοχή έρευνας που επιλέχθηκε, στη διαχείριση των ελαιώνων παρατηρούνται δυο τάσεις: α) εγκατάλειψη ελαιώνων και β) μικρού βαθμού στροφή, αλλά με αυξητική τάση, προς την βιολογική ελαιοκαλλιέργεια.

Ειδικότερα, πραγματοποιήθηκε συγκριτική μελέτη αντιπροσωπευτικών: 1) συμβατικών, 2) βιολογικών, 3) εγκαταλειμμένων ελαιώνων και 4) γειτονικών φυσικών οικοσυστημάτων (μακί) (ενδιαίτημα αναφοράς το οποίο δεν έχει δεχθεί ανθρώπινη παρέμβαση) όσο αφορά σε επιλεγμένα συνθετικά της βιοποικιλότητας, ήτοι α) φυτική ποικιλότητα, β) δομή, πυκνότητα και ποικιλότητα των κοινοτήτων πουλιών, των γαιοσκωλήκων, των επίγειων κολεόπτρων, των ισόποδων, καθώς και παραμέτρων του εδάφους, ήτοι α) φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και β) εδαφική διάβρωση.

Αναλυτικότερα, στη συγκεκριμένη έρευνα περιλαμβάνεται συγκριτική μελέτη όλων των τύπων ελαιώνων (συνεπώς και των εφαρμοζόμενων πρακτικών διαχείρισης) και των γειτονικών φυσικών οικοσυστημάτων για:

- Τη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι πρακτικές διαχείρισης επηρεάζουν την εξέλιξη της φυτικής ποικιλότητας, κάλυψης και βιομάζας του υπορόφου
- Τον προσδιορισμό του τρόπου με τον οποίο οι πρακτικές διαχείρισης των ελαιώνων επηρεάζουν τη δομή, πυκνότητα και ποικιλότητα επιλεγμένων κοινοτήτων της πανίδας (ορνιθοπανίδα, γαιοσκώληκες, επίγεια κολεόπτερα και ισόποδα)

- Τη διερεύνηση της κατεύθυνσης εξέλιξης των εγκαταλειμμένων ελαιώνων σε φυσικά οικοσυστήματα
- Την εκτίμηση της επίδρασης των διαφορετικών πρακτικών διαχείρισης στις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους των ελαιώνων
- Την εκτίμηση της επίδρασης των διαφορετικών πρακτικών διαχείρισης στην εδαφική διάβρωση
- Την ανάδειξη γεωργικών και περιβαλλοντικών δεικτών του πλούτου της χλωρίδας και πανίδας και «ειδών-δεικτών» στα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων
- Την επίδραση των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων στην πυκνότητα των ποωδών φυτών, των διαχειμαζόντων πουλιών και των γαιοσκωλήκων σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί κατά την χειμερινή περίοδο δειγματοληψίας
- Την επίδραση των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων στην πυκνότητα των ποωδών και ξυλωδών φυτών, των αναπαραγόμενων πουλιών, των Carabidae, των Tenebrionidae και των ισοπόδων σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί κατά την εαρινή περίοδο δειγματοληψίας
- Τον καθορισμό της επίδρασης των αγροτικών και περιβαλλοντικών παραγόντων στις αποδόσεις των συμβατικών και βιολογικών ελαιώνων

2.7 Πρωτοτυπία της Διατριβής

Η σύγκριση της βιοποικιλότητας μεταξύ συμβατικών και βιολογικών καλλιεργειών αποτελεί σημαντικό θέμα έρευνας και συζήτησης τις τελευταίες δεκαετίες (Paoletti and Pimentel 1992, Moreby et al. 1994, Stockdale et al. 2001, Hadjicharalampous et al. 2002, Fuller et al. 2005, Hole et al. 2005, Bengtsson et al. 2005, Hyvönen 2007, Norton et al. 2009, Gomiero et al. 2011). Αρκετές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί για συστήματα καλλιέργειας σε αρόσιμες και λιβαδικές εκτάσεις, κυρίως στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη, ενώ ελάχιστες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί σε άλλα οικονομικώς σημαντικά αγροοικοσυστήματα των Μεσογειακών περιοχών, όπως είναι οι ελαιώνες, οι αμπελώνες και τα εσπεριδοειδή

(Hadjicharalampous et al. 2002, Cárdenas et al. 2006, Gago et al. 2007, Nascimbene et al. 2012). Παρά το γεγονός ότι η ελιά σε διάφορες χώρες είναι μια από τις περισσότερο οικονομικά και περιβαλλοντικά σημαντικές και ευρέως διαδεδομένες καλλιέργειες, ελάχιστες μόνο μελέτες έχουν αξιολογήσει τις επιπτώσεις των πρακτικών διαχείρισης (συμβατική και βιολογική διαχείριση) στη βιοποικιλότητα (έντομα, enchytraeids, ποώδη φυτά κατά την εαρινή περίοδο, αναπαραγόμενα είδη πουλιών) (Hadjicharalampous et al. 2002, Cotes et al. 2009, Vavoulidou et al. 2009, Solomou and Sfougaris 2011).

Λαμβάνοντας υπόψη τα προαναφερθέντα, η παρούσα έρευνα επιχειρεί να διερευνήσει την εξέλιξη μιας σημαντικής κατηγορίας αγροοικοσυστήματος, των ελαιώνων, μια καλλιέργεια με σημαντικά οικονομική, κοινωνική, πολιτιστική και περιβαλλοντική σημασία για την Ελλάδα και την Ευρώπη, κάτω από διαφορετικό καθεστώς διαχείρισης (συμβατική και βιολογική καλλιέργεια και εγκατάλειψη) και σε σύγκριση με γειτονικά φυσικά οικοσυστήματα (ως συστήματα αναφοράς) ως προς τα συνθετικά της βιοποικιλότητας (ποώδη και ξυλώδη φυτά, γαιοσκώληκες, ορνιθοπανίδα, κολεόπτερα και ισόποδα), τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και τη διάβρωση του εδάφους. Παράλληλα, διερευνάται η κατεύθυνση εξέλιξης των εγκαταλειμμένων ελαιώνων σε φυσικά οικοσυστήματα.

Ακόμη, από οικολογικής πλευράς, δεν είναι σαφές εάν απαιτείται μια προσέγγιση σε επίπεδο βιολογικών συστημάτων για την ενίσχυση της βιοποικιλότητας στις καλλιέργειες ή εάν η εφαρμογή μιας ή περισσότερων σημαντικών πρακτικών διαχείρισης που σχετίζονται με τα βιολογικά συστήματα θα μπορούσε επίσης να ωφελήσει τη βιοποικιλότητα σε άλλα συστήματα. Συνεπώς, αυτό είναι σημαντικό, καθώς το κόστος εφαρμογής των δράσεων διαχείρισης προς όφελος της βιοποικιλότητας στην καλλιέργεια της ελιάς και σε άλλα παρεμφερή αγροοικοσυστήματα θα μειώνονταν κατά πολύ (και συνεπώς τέτοιες δράσεις είναι πιο πιθανό να υιοθετηθούν) εάν απαιτούνταν μερικές σημαντικές αλλαγές, σε αντίθεση προς τις αλλαγές σε ολόκληρο το σύστημα, ώστε να επιτευχθεί το όφελος. Έτσι, με βάση τα παραπάνω, η παρούσα έρευνα στοχεύει ακόμα στην ανάδειξη γεωργικών και περιβαλλοντικών δεικτών του πλούτου και της πυκνότητας της χλωρίδας (ποώδη και ξυλώδη φυτά) και πανίδας (ορνιθοπανίδα, γαιοσκώληκες, κολεόπτερα και ισόποδα) στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.

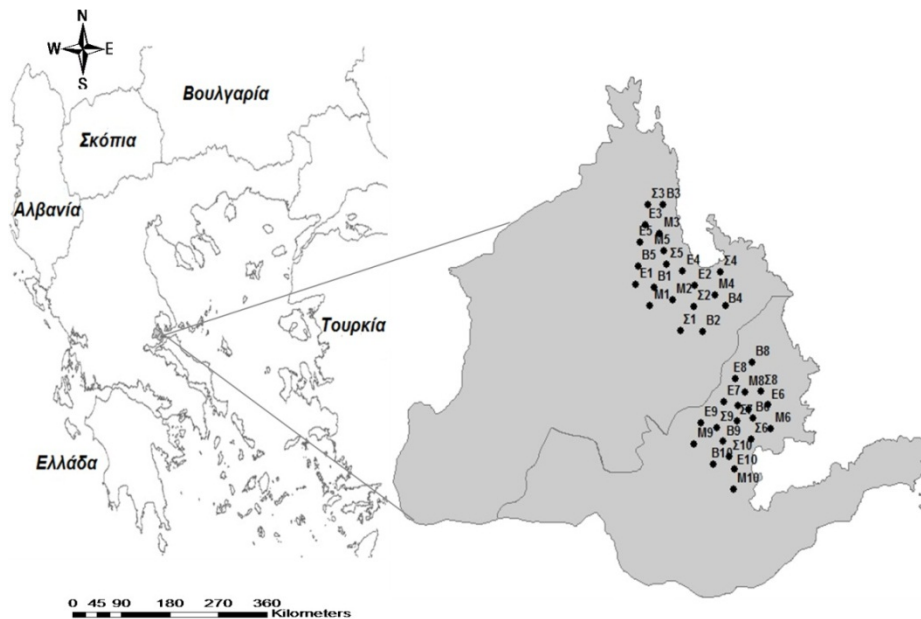
Επίσης, η έρευνα στοχεύει να αναδείξει φυτικά και ζωικά «είδη-δείκτες» δηλαδή οργανισμούς, χαρακτηριστικά των οποίων, όπως η παρουσία ή η απουσία χρησιμοποιούνται ως ενδείξεις χαρακτηριστικών άλλων ειδών ή περιβαλλοντικών συνθηκών, οι οποίες θα ήταν πολύ δύσκολο, πολυδάπανο και χρονοβόρο να μετρηθούν. Τα «είδη-δείκτες» που ευνοούνται από το κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων θα χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία παρακολούθησης των οικοσυστημάτων των ελαιώνων στη μελλοντική τους διαχείριση και μπορούν να δώσουν χρήσιμες πληροφορίες τόσο στους παραγωγούς όσο και στους γεωπόνους π.χ. για την κατάσταση του εδάφους, αποφεύγοντας τις κοστοβόρες, μερικές φορές, αναλύσεις των εδαφών και έτσι να επέμβουν ανάλογα.

Επιπρόσθετα, διερευνάται η επίδραση των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων στις αποδόσεις των συμβατικών και βιολογικών ελαιώνων, γεγονός το οποίο θα παρέχει στο μέλλον μια φθηνή, αξιόπιστη και γρήγορη εκτίμηση των αποδόσεων των ελαιώνων, αλλά και παρεμφερών καλλιεργειών, με στόχο την αύξηση της παραγωγής που θα επιφέρει οικονομική πρόσοδο στους παραγωγούς.

2.8 Περιοχή μελέτης

2.8.1 Χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης

Η περιοχή μελέτης εντοπίζεται στις γεωργικές εκτάσεις του Πτελεού και των Νηών του Αλμυρού Μαγνησίας στην Κεντρική Ελλάδα, περίπου 60 χιλιόμετρα νότια του Βόλου. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες των περιοχών είναι 39°3'5.46"B, 22°57'9.78"A (Πτελεός) και 39°7'26.85"B, 22°54'56.26"A (Νηές), ενώ το υψόμετρο είναι περίπου στα 92 και 7m από το επίπεδο της θάλασσας, αντίστοιχα (Χάρτης 1).



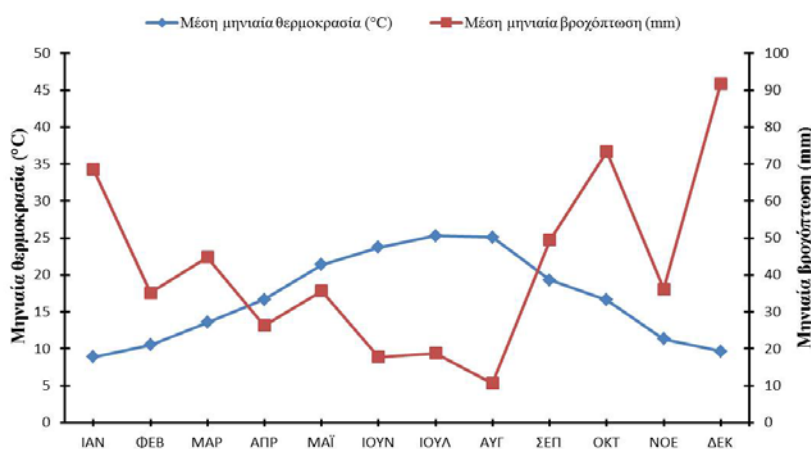
Χάρτης 1. Περιοχή μελέτης.

Η επιλογή της περιοχής μελέτης έγινε με βάση τα εξής κριτήρια:

- Ο νομός χαρακτηρίζεται ως μία από της σημαντικότερες ελαιοκομικές περιοχές της Ελλάδας
- Αντιπροσωπευτική μορφολογία εδάφους
- Αντιπροσωπευτικές κλιματολογικές συνθήκες
- Αντιπροσωπευτικοί συμβατικοί ελαιώνες
- Αντιπροσωπευτικοί πιστοποιημένοι βιολογικοί ελαιώνες
- Μεγάλο μέγεθος αγροτικών εκμεταλλεύσεων
- Αντιπροσωπευτικοί εγκαταλελειμμένοι ελαιώνες
- Αντιπροσωπευτικά οικοσυστήματα μακίας βλάστησης

Η περιοχή μελέτης ανήκει στην ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης, *Quercetalia ilicis* και τις υποζώνες *Quercion ilicis* και *Oleo-Ceratonion*. Το γεωλογικό υπόστρωμα αποτελείται από πετρώματα της Πελαγονικής ζώνης και συγκεκριμένα πρασινοσχιστόλιθους, φυλλίτες και γραουβάκες (ΥΠΕΧΩΔΕ 1984). Σύμφωνα με τα στοιχεία του Μετεωρολογικού σταθμού της Ν. Αγχιάλου, το κλίμα της περιοχής μπορεί να χαρακτηριστεί ως τυπικό μεσογειακό. Η μέση ετήσια θερμοκρασία ανέρχεται στους 16,84°C και έχει μέγιστη τιμή τον Ιούλιο (25,30°C) και ελάχιστη τον Ιανουάριο (8,9°C). Η μέση ετήσια βροχόπτωση ήταν 490 mm. Το ελάχιστο μηνιαίο ύψος βροχής παρατηρείται τον Αύγουστο (10,70 mm), ενώ το μέγιστο το Δεκέμβριο

(91,70 mm). Το ομβροθερμικό διάγραμμα της περιοχής μελέτης δίνεται στην εικόνα 6. Η μέση σχετική υγρασία του αέρα είναι 64,30% και παρουσιάζει μέγιστο μέσο όρο το μήνα Δεκέμβριο (72,50%) και ελάχιστο μέσο όρο τον Ιούλιο (51,20%).



Εικόνα 6. Ομβροθερμικό διάγραμμα περιοχής μελέτης (στοιχεία Μετεωρολογικού σταθμού Ν. Αγχιάλου περιόδου 1956-2010) (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία).

2.9 Υλικά και μέθοδοι

2.9.1 Περιοχές δειγματοληψίας

Θέσεις δειγματοληψίας επιλέχθηκαν σε ελαιοκαλλιέργειες ενταγμένες σε καθεστώς βιολογικής γεωργίας (B1...B10) (Εικόνα 7), συμβατικά καλλιεργούμενους ελαιώνες (Σ1...Σ10) (Εικόνα 8), εγκαταλειμμένους ελαιώνες (Ε1...Ε10) (Εικόνα 9) και οικοσυστήματα με μακία βλάστηση (M1...M10) (Εικόνα 10) (Παράρτημα Ι). Για την εξάλειψη παραγόντων που ενδεχομένως επηρεάζουν τις ταξινομικές ομάδες (ποώδη και ξυλώδη φυτά, πουλιά, αρθρόποδα, καρκινοειδή και ασπόνδυλα) περισσότερο από τους ίδιους τους υπό μελέτη παράγοντες (καλλιεργητικές επεμβάσεις και καθεστώς διαχείρισης) επιλέχθηκαν περιοχές δειγματοληψίας με όσο το δυνατόν ίδια ενδογενή εδαφικά χαρακτηριστικά, παρόμοιες μικροκλιματικές συνθήκες και ίδια ποικιλία ελαιόδεντρων (Αμφίσσης).

Οι παρόμοιες μικροκλιματικές συνθήκες διασφαλίστηκαν με το να περιοριστούν οι περιοχές δειγματοληψίας σε δύο γειτονικές περιοχές μελέτης. Για να διασφαλιστούν παρόμοια ενδογενή εδαφικά χαρακτηριστικά πραγματοποιήθηκε λήψη δειγμάτων από τις περιοχές μελέτης για να εκτιμηθούν ορισμένα βασικά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά. Τα δείγματα αυτά ελήφθησαν σε βάθος 30 cm με

δειγματολήπτη διαμέτρου 8,5 cm σε πέντε τυχαία κατανεμημένες δειγματοληπτικές θέσεις, σε κάθε μια από τις περιοχές δειγματοληψίας στις δύο περιοχές μελέτης.

Από προσωπική συνέντευξη με τους ελαιοπαραγωγούς των περιοχών μελέτης, η ηλικία των ελαιόδενδρων φθάνει τα 150 χρόνια και έχουν προέλθει από σπορόφυτα αγριελιάς μετά από εμβολιασμό. Οι ελαιώνες που αποτέλεσαν το πεδίο έρευνας ακολούθησαν τους κανόνες που διέπουν τα παρακάτω συστήματα παραγωγής:

- Βιολογική καλλιέργεια (10 πιστοποιημένοι αγροί μέσης έκτασης 138,30 στρ.)
- Συμβατική καλλιέργεια (10 αγροί μέσης έκτασης 155 στρ.)
- Εγκατάλειψη (10 αγροί μέσης έκτασης 113 στρ.)

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας επιλέχθηκαν και 10 γειτονικά οικοσυστήματα με μακία βλάστηση (μέσης έκτασης 385 στρ.), ως σύστημα αναφοράς (χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση), όπου οι «δειγματοληψίες αναφοράς» διενεργούνταν για συγκριτικούς σκοπούς, εξαιτίας του ότι η καλλιεργούμενη ελιά είναι η εμβολιασμένη μορφή της άγριας ελιάς, η οποία είναι ένα βασικό στοιχείο της αιθαλούς θαμνώδους βλάστησης (μακία βλάστηση), ενός από τους βασικούς τύπους βλάστησης της Μεσογείου. Έτσι, σύμφωνα με τον IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) τα φυσικά οικοσυστήματα αποτελούν μοντέλο για τα «ιδανικά» βιολογικά συστήματα διαχείρισης. Οι δειγματοληψίες διήρκεσαν 2 χρόνια (Ιανουάριος 2009-Ιανουάριος 2011).



Εικόνα 7. Βιολογικοί ελαιώνες (Φωτ. Αλ. Σολωμού).



Εικόνα 8. Συμβατικοί ελαιώνες (Φωτ. Αλ. Σολωμού).



Εικόνα 9. Εγκαταλειμένοι ελαιώνες (Φωτ. Αλ. Σολωμού).



Εικόνα 10. Μακί (Φωτ. Αλ. Σολωμού).

Οι βιολογικοί ελαιώνες της περιοχής έρευνας έχουν ενταχθεί εδώ και 12 έτη στο καθεστώς της βιολογικής γεωργίας και είναι πιστοποιημένοι από τον Οργανισμό Ελέγχου και Πιστοποίησης Βιολογικών Προϊόντων ΔΗΩ και ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ. Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται στοιχεία αναφορικά με τη μηχανική σύσταση (Bouyoukos 1951) και το pH (Mc Lean 1982) των εδαφών της περιοχής έρευνας. Από τα αποτελέσματα της μηχανικής ανάλυσης φάνηκε πως όλες οι περιοχές εμφανίζουν παραπλήσια μηχανική σύσταση. Οι τιμές του pH είναι παραπλήσιες και ανήκουν στη ζώνη του ουδέτερου pH με τιμές γύρω στο επτά.

Πίνακας 4. Μηχανική σύσταση και pH του εδάφους των συστημάτων διαχείρισης των ελαιώνων και των μακί.

	% Πλύς	% Αργίλος	% Άμμος	Τύπος εδάφους	pH
B1	19	27	54	Αμμοαργιλοπηλώδες (SCL)	6,3
B2	21	35	44	Αμμοαργιλοπηλώδες (SCL)	7,8
B3	32	25	43	Αργιλοπηλώδες (CL)	8,3
B4	29	25	46	Αργιλοπηλώδες (CL)	7,7
B5	39	35	26	Αργιλοπηλώδες (CL)	6,5
B6	24	21	59	Αμμοαργιλοπηλώδες (SCL)	6,7
B7	24	22	67	Αμμοαργιλοπηλώδες (SCL)	6
B8	24	31	45	Αργιλοπηλώδες (CL)	8,1
B9	20	19	61	Αμμοαργιλοπηλώδες (SCL)	5,9
B10	22	23	65	Αμμοαργιλοπηλώδες (SCL)	8,1
Σ1	17	27	56	Αμμοαργιλοπηλώδες (SCL)	6,9
Σ2	25	21	54	Αμμοαργιλοπηλώδες (SCL)	7
Σ3	39	21	40	Πηλώδες (L)	8,2

Σ4	26	15	59	Αμμοπηλώδες (SL)	6,3
Σ5	29	13	58	Αμμοπηλώδες (SL)	7,4
Σ6	26	27	47	Πηλώδες (L)	5,9
Σ7	30	11	59	Αμμοπηλώδες (SL)	5,6
Σ8	32	15	53	Αμμοπηλώδες (SL)	6,4
Σ9	24	13	63	Αμμοπηλώδες (SL)	7
Σ10	18	13	69	Αμμοπηλώδες (SL)	7
E1	21	39	40	Αργιλοπηλώδες (CL)	8
E2	25	35	40	Αργιλοπηλώδες (CL)	8,2
E3	39	35	26	Αργιλοπηλώδες (CL)	7,7
E4	43	29	28	Αργιλοπηλώδες (CL)	7,5
E5	41	27	32	Αργιλοπηλώδες (CL)	7,6
E6	16	17	67	Αμμοπηλώδες (SL)	6,2
E7	24	21	55	Αμμοαργιλοπηλώδες (SCL)	5,7
E8	30	9	61	Αμμοπηλώδες (SL)	5,9
E9	14	13	73	Αμμοπηλώδες (SL)	6,5
E10	26	11	63	Αμμοπηλώδες (SL)	6,4
Φ1	34	37	29	Αργιλοπηλώδες (CL)	7,3
Φ2	43	25	32	Πηλώδες (L)	7,8
Φ3	30	39	31	Αργιλοπηλώδες (CL)	8
Φ4	35	39	26	Αργιλοπηλώδες (CL)	7,4
Φ5	37	39	34	Αργιλοπηλώδες (CL)	7,1
Φ6	31	22	49	Αργιλοπηλώδες (CL)	6,3
Φ7	22	30	71	Αργιλοπηλώδες (CL)	6,2
Φ8	28	25	49	Αργιλοπηλώδες (CL)	6,7
Φ9	33	29	35	Αργιλοπηλώδες (CL)	7,5
Φ10	18	23	59	Αμμοαργιλοπηλώδες (SCL)	7,5

Τα εδάφη των ελαιοκαλλιεργειών δεν οργώνονταν ούτε στις βιολογικές αλλά ούτε και στις συμβατικές καλλιέργειες. Δεδομένου ότι και τα δύο συστήματα διαχείρισης δεν διαφέρουν ως προς τη μηχανική διαταραχή του εδάφους, η διαφοροποίησή τους ως προς τις καλλιεργητικές πρακτικές εντοπίζεται στο είδος λίπανσης, εντομοκτόνου, μεθόδου καταπολέμησης των ζιζανίων που εφαρμόζεται και στη χρήση εντομοπαγίδων (Πίνακας 5).

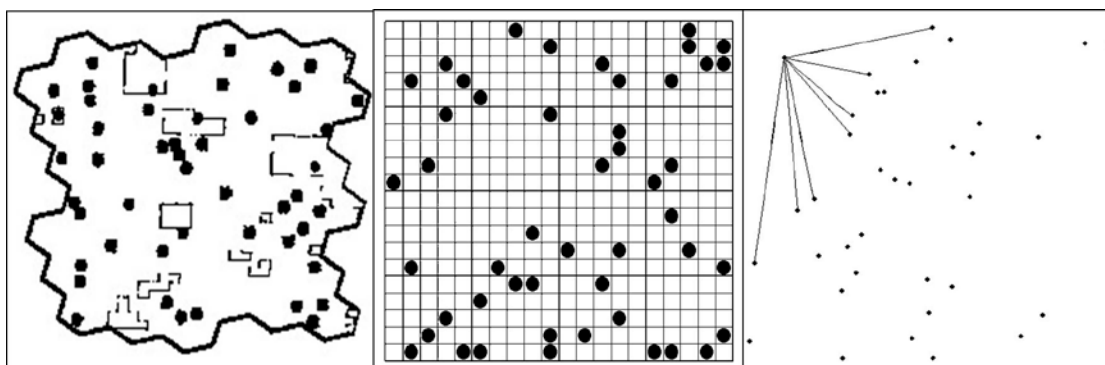
Πίνακας 5. Καλλιεργητικές πρακτικές στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων.

Καλλιεργητικές πρακτικές	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες
Λίπανση	1 φορά/2έτη: Οκτώβριο-Νοέμβριο, χονεμένη κοπριά από ζώα (πρόβατα) βιολογικής εκτροφής (~50 kg/δέντρο), 1 φορά/έτος: Νοέμβριο-Δεκέμβριο, Patentkali (0-0-30+10Mg) (2-3 kg/δέντρο)	1 φορά/έτος: Φεβρουάριο, ασβεστούχος νιτρική αμμωνία (26-0-0) (1,5-2 kg/δέντρο), 1 φορά/έτος: Νοέμβριο-Δεκέμβριο, θειικό κάλιο (0-0-50) (1,5-2 kg/δέντρο)
Διαχείριση ποδών φυτών	1 φορά/έτος: Μάιο, χορτοκοπτικό	1 φορά/έτος: Μάιο, ζιζανιοκτόνο [Glyphosate:150 – 200 κ. εκ./στρ. για ετήσια ποώδη φυτά (αγρωστώδη και

Διαχείριση μυκήτων και εντόμων:		πλατύφυλλα) και 500 – 1000 κ. εκ./στρ. για πολυετή ποώδη φυτά]
Μυκητοκτόνα	1φορά/έτος: Οκτώβριο, βορδιγάλειος πολτός 6kg/1000kg νερού, 1φορά/έτος: Μάρτιο, υδροξείδιο του χαλκού [Cu(OH) ₂] 2,5kg/1000kg νερού	1φορά/έτος: Οκτώβριο, βορδιγάλειος πολτός 6kg/1000kg νερού, 1φορά/έτος: Μάρτιο, υδροξείδιο του χαλκού [Cu(OH) ₂] 2,5kg/1000kg νερού
Εντομοκτόνα	Δεν χρησιμοποιούνται	1 φορές/έτος: Οκτώβριο, Dimethoate (δάκο) σε αναλογία 1lt/1000lt νερού, 1 φορές/έτος: Απρίλιο, Chlorpyrifos-methyl (βαμβακάδα, ρυγίτη και πυρηνοτήτη) σε αναλογία 1lt/1000lt νερού
Εντομοπαγίδες	Εγκαθίστανται δίκτυο παγίδων τύπου ΠΙ-ΕΜ-ΣΙ	Δεν χρησιμοποιούνται
Συγκομιδή	1φορά/έτος: Δεκέμβριο-Φεβρουάριο, με τη χρήση ελαιοραβδιστικών και διχτυών	1φορά/έτος: Δεκέμβριο-Φεβρουάριο, με τη χρήση ελαιοραβδιστικών και διχτυών
Κλάδεμα Άρδευση	1 φορά/έτος: Ιανουάριο-Μάρτιο Μη αρδεύσιμες καλλιέργειες	1 φορά/έτος: Ιανουάριο-Μάρτιο Μη αρδεύσιμες καλλιέργειες

2.9.2 Πειραματικός σχεδιασμός

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες με 10 επαναλήψεις, παράγοντας ήταν το καλλιεργητικό σύστημα (συμβατικό – βιολογικό – εγκαταλειμμένο) και ο χρόνος που μελετήθηκε ως επαναλαμβανόμενες μετρήσεις, όπου κρίθηκε απαραίτητο (Εικόνα 11).



Εικόνα 11. Πειραματικό σχέδιο πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων.

2.9.3 Δειγματοληψία

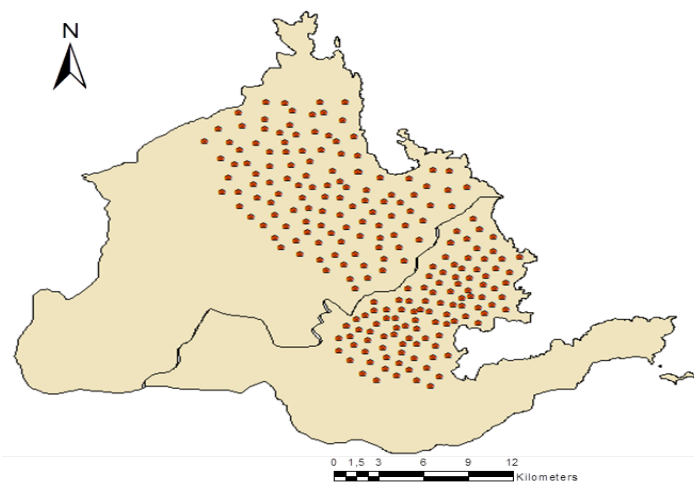
Τα σημεία δειγματοληψίας απείχαν μεταξύ τους τουλάχιστον 100m από τα όρια των αγροκτημάτων προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις από την επίδραση των ορίων των αγρών (Thin 2006).

2.9.3.1 Φυσικές και χημικές παράμετροι του εδάφους

Οι δειγματοληψίες του εδάφους πραγματοποιήθηκαν με την χρήση κυλινδρικού δειγματολήπτη διαταραγμένου δείγματος σε βάθος 0-30 cm, κατά τους μήνες Μάρτιο του 2009 και Μάρτιο του 2010 (Εικόνα 12). Δημιουργήθηκαν σύνθετα δείγματα από πέντε υποδείγματα σε κάθε αγροτεμάχιο (10 βιολογικοί ελαιώνες, 10 συμβατικοί, 10 εγκαταλειμμένοι και 10 μακί), τα οποία ελήφθησαν τυχαία, ώστε να αντικατοπτρίζουν τις συνθήκες της περιοχής (Χάρτης 2).



Εικόνα 12. Δειγματοληψία εδάφους με κυλινδρικό δειγματολήπτη (Φωτ. Αλ. Σολωμού).



Χάρτης 2. Δειγματοληπτικές επιφάνειες εδάφους στην περιοχή έρευνας.

Από τα σύνθετα δείγματα που προέκυψαν προσδιορίστηκαν οι παρακάτω φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους:

α) Φυσικές ιδιότητες εδάφους

- Μηχανική σύσταση (%): Προσδιορισμός κοκκομετρικής σύνθεσης. Πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο του υδρομέτρου (Bouyoukos 1951).
- Υγρασία εδάφους (%): Το δείγμα ξηράθηκε στους 104°C για 24 ώρες και μετά ζυγίστηκε. $Y(\%) = \frac{\text{βάρος περιεχόμενου νερού} \times 100}{\text{βάρος ξηρού εδάφους}}$ (Page et al. 1982).
- Θερμοκρασία εδάφους (°C): Προσδιορίστηκε με θερμομέτρο άμεσης επαφής εγκατεστημένο στην επιφάνεια του εδάφους (Digital probe thermometer TFA).

β) Χημικές ιδιότητες εδάφους

- Οργανική ουσία (%): Προσδιορίστηκε με τη μέθοδο της υγρής οξείδωσης με διχρωμικό κάλιο (Nelson and Sommers 1982).
- Ολικό Άζωτο (%): Προσδιορίστηκε με τη μέθοδο υγρής οξείδωσης Kjeldahl (Bremner and Mulvaney 1982).
- Αμμωνιακά ιόντα (mg/kg): Πραγματοποιήθηκε με τη χρωματομετρική μέθοδο της φαινόλης. Η απορρόφηση μετρήθηκε σε φασματοφωτόμετρο στα 630 nm (Standard methods 1985).
- Νιτρικά ιόντα (mg/kg): Προσδιορίστηκε σε εκχύλισμα εδάφους με διάλυμα 2M KCl με φασματοφωτόμετρο (Perkin-Elmer Lambda 5) (Keeney and Nelson 1982).
- Φώσφορος (Olsen P) (mg/kg): Προσδιορίστηκε σε εκχύλισμα εδάφους με διάλυμα NaHCO₃, 0,5N, pH 8,5, ενώ για την ανάπτυξη χρώματος χρησιμοποιήθηκε διάλυμα μολυβδαινικού αμμωνίου και ασκορβικού οξέος (Olsen and Sommers 1982). Ο προσδιορισμός του P έγινε με χρήση του φασμαφωτόμετρου (Perkin-Elmer Lambda 5).
- Κάλιο (mg/kg): Πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο του CH₃COONH₄, 1M pH 7 (Thomas 1982). Τα ιόντα K⁺ θα προσδιοριστούν με φλογοφωτόμετρο (Jenway PFT 7).
- Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων (meq/100gr): Προσδιορίστηκε με τη μέθοδο CH₃COONa, 1M, pH 8,2 (Rhoades 1982b).

- pH: Προσδιορίστηκε σε αιώρημα εδάφους 1:1 H₂O με πεχάμετρο (McLean 1982).
- Ολικό ανθρακικό ασβέστιο (%): Προσδιορίστηκε με τη μέθοδο του ασβεστομέτρου (Nelson and Sommers 1982).
- Αναλογία στην περιεκτικότητα άνθρακα-άζωτου (C/N): Υπολογίστηκε από τον τύπο (οργανική ουσία/1,724)/(συνολικό άζωτο/100).
- Φαινομενική πυκνότητα (g/cm³): Υπολογίστηκε από τη σχέση βάρος ξηρού (104 °C) εδάφους/όγκος εδάφους στην φυσική του κατάσταση.

2.9.3.2 Ποώδη φυτά

Οι δειγματοληψίες των ποωδών φυτών πραγματοποιήθηκαν κατά τους μήνες Ιανουάριο-Φεβρουάριο 2009-2010 και Μάιο 2009-2010. Η λήψη των δειγμάτων χλωρίδας έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο της γραμμής-σημείου (Line point) (Heady et al. 1959, Pieper 1978, Tsiouvaras et al. 1989, Σφουγγάρης 1991) (Εικόνα 13). Συγκεκριμένα πάρθηκαν 140 τομές βλάστησης στους βιολογικούς ελαιώνες, 140 στους συμβατικούς, 130 στους εγκαταλειμμένους και 140 στα οικοσυστήματα με μακία βλάστηση μήκους 20 μέτρων η καθεμιά (Χάρτης 3). Σε κάθε τομή και ανά 20 εκατοστά γίνονταν πέντε παρατηρήσεις, ήτοι 100 πεντάδες παρατηρήσεων σε κάθε τομή. Με τον τρόπο αυτό υπολογίστηκε η σύνθεση, κάλυψη (%) και ποικιλότητα των ποωδών φυτών. Για τον προσδιορισμό των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε το σύγγραμμα του Καββάδα (1956-1964), η "Flora Europaea" (Tutin et al. 1968-1980,1993) και η "Flora Hellenica" (Strid and Tan 1997-2002).

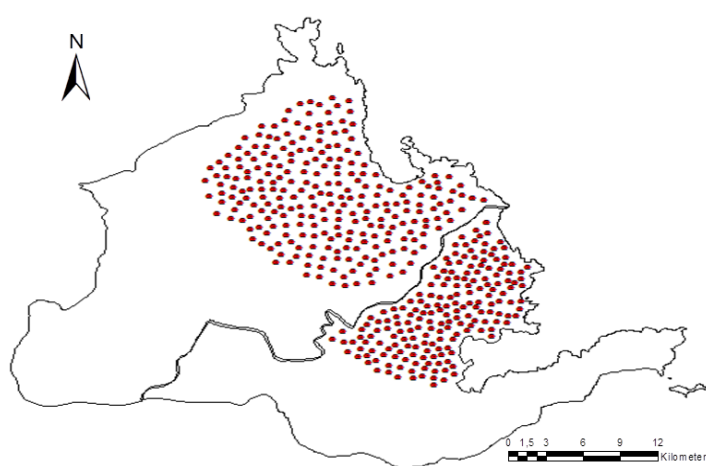


Εικόνα 13. Δειγματοληψία ποωδών φυτών (Φωτ. Αλ. Σολωμού).

Όσο αφορά στη μέτρηση της βιομάζας των ποωδών φυτών, η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε τον μήνα Μάιο του 2009 και 2010, που η βιομάζα βρίσκεται στο μέγιστο της παραγωγής της, και συγκεκριμένα με τη χρήση δειγματοληπτικών πλαισίων (Μάργαρης 1976, Αθανασιάδης 1982) (Εικόνα 14). Το πλαίσιο είναι ένας μεταλλικός τετράγωνος σκελετός. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν αντιπροσωπευτικές δειγματοληπτικές επιφάνειες 0.25m^2 ($0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$) όπου πραγματοποιήθηκε πλήρης κοπή της βλάστησης του κάθε πλαισίου. Έπειτα τοποθετήθηκε η βιομάζα σε φούρνο ξήρανσης σε θερμοκρασία 65°C για 48 ώρες και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ζύγιση της ξηρής βιομάζας των ποωδών σε ζυγό ακριβείας για τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους (Kent and Coker 1992, Chapman 1976, Θεοδωρακάκης 1995, Κουτσίδου 1995). Ο αριθμός των δειγματοληπτικών επιφανειών ήταν 140 στους βιολογικούς ελαιώνες, 140 στους συμβατικούς, 130 στους εγκαταλειμμένους και 140 στα οικοσυστήματα με μακία βλάστηση (Χάρτης 3).



Εικόνα 14. Δειγματοληψία βιομάζας ποωδών φυτών (Φωτ. Αλ. Σολωμού).



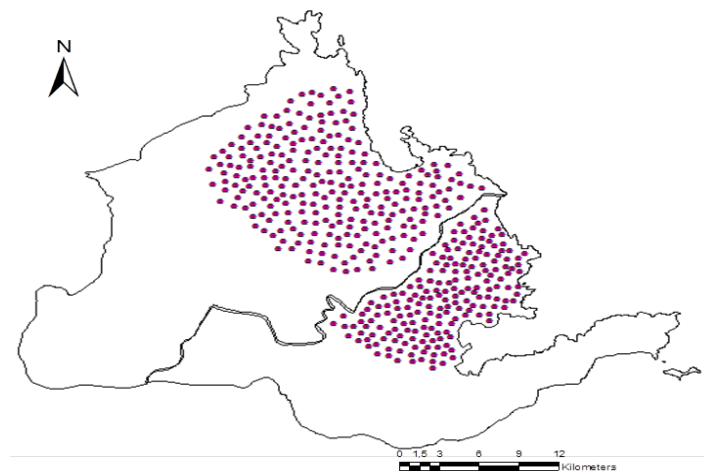
Χάρτης 3. Δειγματοληπτικές επιφάνειες ποωδών φυτών στην περιοχή έρευνας.

2.9.3.3 Ξυλώδη φυτά

Η έρευνα για την καταγραφή των ξυλωδών ειδών πραγματοποιήθηκε την Άνοιξη και συγκεκριμένα τον Μάιο του 2009 και του 2010, όπως έχει προταθεί για δειγματοληψίες τέτοιου είδους σε μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα (Μάργαρης 1976, Αθανασιάδης 1982). Επιλέχθηκαν 140 αντιπροσωπευτικές δειγματοληπτικές επιφάνειες διαστάσεων 10X10m στους βιολογικούς ελαιώνες, 140 στους συμβατικούς, 130 στους εγκαταλειμμένους και 140 στα οικοσυστήματα με μακία βλάστηση (Εικόνα 15, Χάρτης 4). Σε κάθε μια δειγματοληπτική επιφάνεια καταγράφηκαν τα φυτικά είδη, μετρήθηκε ο πλούτος και ο αριθμός των ατόμων κάθε ξυλώδους φυτικού είδους και το ποσοστό φυτοκάλυψης που αυτό παρέχει (Dombois and Ellenberg 1974, Κουτσίδου 1995). Για τον προσδιορισμό των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε η "Συστηματική Δασική Βοτανική" (Αθανασιάδης 1986).



Εικόνα 15. Δειγματοληψία ξυλώδους βλάστησης (Φωτ. Αλ. Σολωμού).



Χάρτης 4. Δειγματοληπτικές επιφάνειες ξυλωδών φυτών στην περιοχή έρευνας.

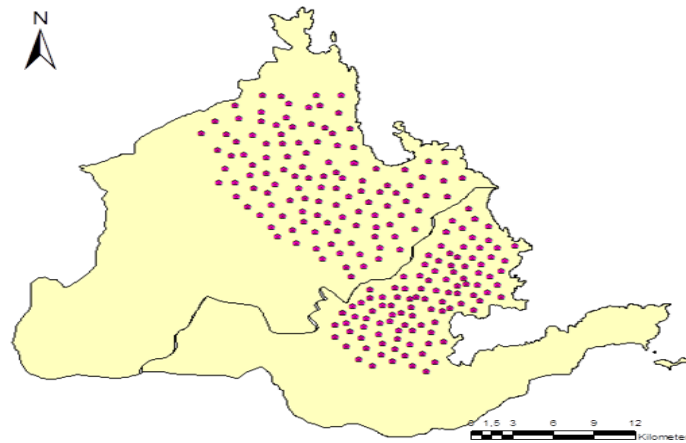
2.9.3.4 Γαιοσκώληκες

Η δειγματοληψία των γαιοσκωλήκων πραγματοποιήθηκε τον Μάρτιο του 2009 και Μάρτιο του 2010, οπότε οι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι κατάλληλες, για τη μέγιστη δραστηριοποίησή τους. Η συλλογή των γαιοσκωλήκων επιτεύχθηκε με την μέθοδο Formalin (Raw 1959) και κατά περίπτωση με το χέρι αναμοχλεύοντας το επιφανειακό στρώμα του εδάφους (Εικόνα 16). Συγκεκριμένα στην επιφάνεια του εδάφους τοποθετήθηκε μεταλλικό πλαίσιο 50X50cm και 10cm ύψος. Το έδαφος διαβρέχτηκε με 50 ml διαλύματος φορμαλδεΰδης (35%) σε 10 L νερό ανά εφαρμογή (συνολικά τρεις εφαρμογές ανά 20 λεπτά) σε κάθε δειγματοληπτική επιφάνεια.

Οι γαιοσκώληκες τοποθετήθηκαν μέσα σε δοχεία με καθαρό νερό και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο για περαιτέρω μετρήσεις. Μετρήθηκε η αφθονία, το βάρος και η ποικιλότητα των γαιοσκωλήκων. Η συντήρηση των ενήλικων ζώων έγινε σε αλκοόλη με λίγες σταγόνες διαλύματος φορμαλδεΰδης με σκοπό την περαιτέρω ταξινόμησή τους. Για την αναγνώριση χρησιμοποιήθηκαν στερεοσκόπιο, φωτογραφίες, κλειδές συστηματικής ταξινόμησης και συγγράμματα (Graf 1955, Zicsi 1991, Christian and Zics 1999). Ο αριθμός των δειγματοληπτικών επιφανειών ήταν 40 στους βιολογικούς ελαιώνες, 40 στους συμβατικούς, 40 στους εγκαταλειμμένους και 40 στα οικοσυστήματα με μακία βλάστηση (Χάρτης 5).



Εικόνα 16. Δειγματοληψία γαιοσκωλήκων (μέθοδος Formalin) (Φωτ. Αλ. Σολωμού).



Χάρτης 5. Δειγματοληπτικές επιφάνειες γαιοσκωλήκων στην περιοχή έρευνας.

2.9.3.5 Αρθρόποδα

Για τη δειγματοληψία των αρθροπόδων του εδάφους (κολεόπτερα και ισόποδα) χρησιμοποιήθηκε η πιο γνωστή και ευρέως διαδεδομένη μέθοδος σε αγροοικοσυστήματα και συγκεκριμένα η χρήση παγίδων παρεμβολής (pitfall traps) (Εικόνα 17) (Duelli et al. 1999). Οι παγίδες τύπου pitfall (cup traps) που χρησιμοποιήθηκαν ήταν πλαστικές (διαμέτρου 9 cm και βάθους 13 cm) και περιείχαν 250 ml νερό και 0,25% διαβρέκτη, χωρίς να περιέχουν κάποια ελκυστική ουσία. Ο διαβρέκτης συντελεί στην εξάλειψη της επιφανειακής τάσης του νερού με συνέπεια την άμεση βύθιση των αρθροπόδων. Οι εδαφικές παγίδες τοποθετήθηκαν βυθισμένες στο έδαφος με τέτοιο τρόπο ώστε το χείλος της παγίδας να βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με την επιφάνεια του εδάφους.

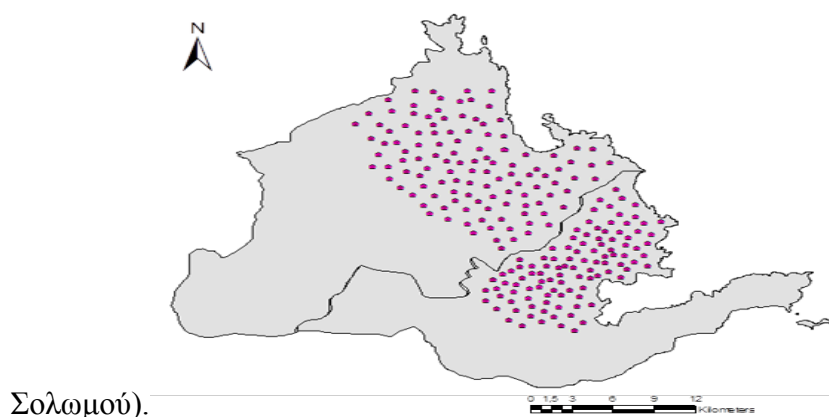
Οι παγίδες τοποθετούνταν κάθε τελευταία εβδομάδα του μήνα από τέλος Απριλίου έως τέλος Ιουνίου (2009 και 2010). Στη συνέχεια παρέμειναν στο ύπαιθρο για 7 ημέρες και συλλέγονταν όλες το ίδιο χρονικό διάστημα, για να αποφευχθεί η διαφοροποίηση στο χρονικό διάστημα έκθεσής τους. Συγκεκριμένα, τοποθετήθηκαν 6 παγίδες/αγροτεμάχιο/μήνα (6 παγίδεςX10 αγροτεμάχιαX4 συστήματα διαχείρισης-μακί= 240 παγίδες/μήνα) κατά μήκος μιας εγκάρσιας τομής ανά διαστήματα 10m (Burel et al.1998) (Χάρτης 6). Μελετήθηκε η δομή, η σύνθεση, η ποικιλότητα και η πυκνότητα των ειδών των κολεοπτέρων (οικογένειες: Carabidae και Tenebrionidae) και ισόποδων, καθώς αυτοί οι οργανισμοί θεωρούνται οικολογικοί δείκτες της βιωσιμότητας διαφόρων οικοσυστημάτων (Burgio 2007).

Επισημαίνεται ότι οι τρεις μήνες (Απρίλιος-Μάιος-Ιούνιος) επιλέχθηκαν ως περίοδος συλλογής αρθροπόδων επειδή αυτά εμφανίζουν το μέγιστο της δραστηριότητάς τους την άνοιξη. Το χειμώνα παρατηρείται η ελάχιστη δραστηριότητα αρθροπόδων, ενώ από την άνοιξη έως και το φθινόπωρο βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα, είτε με μια μόνο αιχμή την άνοιξη είτε με δυο αιχμές, φθινόπωρο και άνοιξη (Μαρμάρη 1991).

Μετά τη συλλογή των δειγμάτων και τη μεταφορά τους στο εργαστήριο, το περιεχόμενο των παγίδων συλλέγονταν και τοποθετούνταν σε φρέσκο διάλυμα συντήρησης από αιθυλική αλκοόλη 70% και γλυκερόλη σε αναλογία 5:1. Τα μακροαρθρόποδα προσδιορίστηκαν σε επίπεδο τάξης. Από την τάξη των κολεοπτέρων οι οικογένειες Carabidae και Tenebrionidae και η τάξη των ισοπόδων προσδιορίστηκαν μέχρι το επίπεδο του είδους. Για την αναγνώριση χρησιμοποιήθηκαν στερεοσκόπιο, φωτογραφίες, κλείδες συστηματικής ταξινόμησης και σχετικά συγγράμματα (Fauna Europaea 1999-2001) (Willemse 1985, Chinery 2000).



Εικόνα 17. Παγίδες παρεμβολής (pitfall traps) (Φωτ. Αλ.



Σολωμού).

Χάρτης 6. Δειγματοληπτικές επιφάνειες κολεοπτέρων και ισοπόδων στην περιοχή έρευνας.

Σε όλα τα δεδομένα έγινε μετατροπή του αριθμού των ατόμων που συλλέχθηκαν σε κάθε δείγμα (στο άθροισμα των ενεργών ημερών και ενεργών παγίδων ανά δειγματοληψία) στον αναμενόμενο αριθμό ατόμων ανά 100 ημέρες και ανά παγίδα (100π/η) προκειμένου όλα τα δεδομένα να αναχθούν σε ισοδύναμες δειγματοληπτικές προσπάθειες. Η σχετική εξίσωση, η οποία αντιστοιχεί στην αφθονία έχει ως εξής:

$$(x)=p*x,$$

όπου (x): αναμενόμενος αριθμός ατόμων (ή αρ. ατ. ανά 100 π/η), χ: αριθμός ατόμων ανά δείγμα, p: 100/αριθμός ενεργών ημερών/αριθμός ενεργών παγίδων.

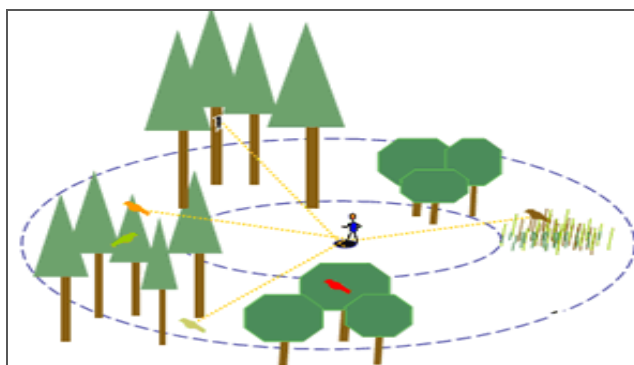
Η αναγωγή σε αριθμό συλλήψεων ανά παγιδοημέρες θεωρείται ότι μετρά την πυκνότητα δραστηριότητας (Heydemman 1957, Καλτσάς 2010). Στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων και τη συζήτηση για τα κολεόπτερα και τα ισόποδα όπου αναφέρεται ο όρος "πυκνότητα" εννοείται η "πυκνότητα δραστηριότητας".

2.9.3.6 Πουλιά

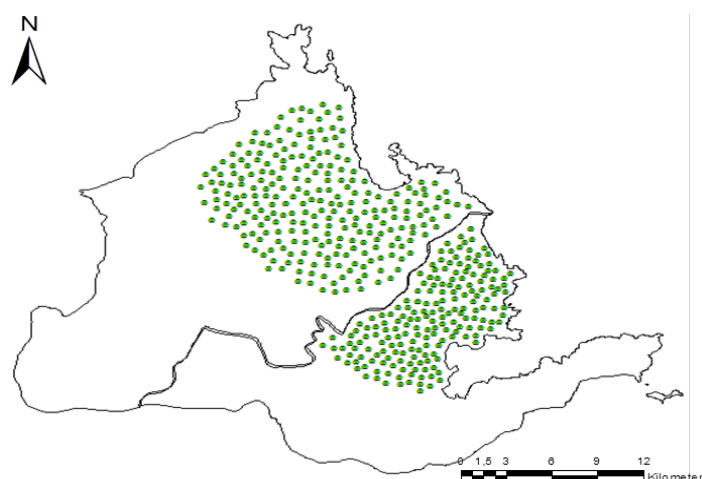
Η έρευνα της ορνιθοπανίδας πραγματοποιήθηκε, στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και στα οικοσυστήματα με μακία βλάστηση, κατά τη χειμερινή περίοδο από τις αρχές Ιανουαρίου έως τις αρχές Μαρτίου και την εαρινή περίοδο από τέλη Απριλίου έως τις αρχές Ιουνίου του 2009 και του 2010, ώστε να συμπεριλάβει τη διαχείμαση (καταγραφή ατόμων) και την αναπαραγωγική περίοδο των πουλιών (καταγραφή αναπαραγόμενων ζευγαριών), αντίστοιχα (Farina 1995, Jobin et al. 2001). Μελετήθηκε η δομή, σύνθεση, ποικιλότητα και πυκνότητα των ειδών της ορνιθοπανίδας, αφού τα πουλιά θεωρούνται καλοί δείκτες της δομής και σύνθεσης ενός ενδιαιτήματος (Furness and Greenwood 1993).

Η καταγραφή της ορνιθοπανίδας πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο των σημειακών καταμετρήσεων με σταθερή ακτίνα (fixed radius point counts) (Hutto et al. 1986) (Εικόνα 18). Επιλέχθηκαν 140 αντιπροσωπευτικές δειγματοληπτικές επιφάνειες στους βιολογικούς ελαιώνες, 140 στους συμβατικούς, 130 στους εγκαταλειμμένους και 140 στα οικοσυστήματα με μακία βλάστηση (Χάρτης 7). Οι καταμετρήσεις πραγματοποιούνταν από τις πρώτες πρωινές ώρες μέχρι τις 10.30 π.μ., οπότε η ζέστη αρχίζει να γίνεται πιο έντονη και η δραστηριότητα των πουλιών να πέφτει αισθητά (Massa et al. 1987, Κατσαδωράκης 1989, Farina 1997, Crooks et al. 2004).

Αποκλείστηκαν οι μέρες κατά τις οποίες οι καιρικές συνθήκες έθεταν σε κίνδυνο την αξιοπιστία των δεδομένων (ισχυροί άνεμοι, δυνατή βροχή, υπερβολική ζέστη) (Dawson 1981, Bibby et al. 1998, Herrando et al. 2003).



Εικόνα 18. Μέθοδος των σημειακών καταμετρήσεων (Point Count method) (USGS 2009).



Χάρτης 7. Δειγματοληπτικές επιφάνειες ορνιθοπανίδας στην περιοχή έρευνας.

Για την αναγνώριση των πουλιών χρησιμοποιήθηκαν διόπτρες 10x50. Δύο παρατηρητές κάθε φορά στο κέντρο της δειγματοληπτικής επιφάνειας περίμεναν για πέντε λεπτά και μετά κατέγραφαν τα πουλιά που έβλεπαν ή άκουγαν σε ακτίνα 50 m κατά τα επόμενα δέκα λεπτά (Bibby et al. 1992). Για την αποφυγή διπλοκαταγραφής των ατόμων και την πλήρη ανεξαρτησία των δεδομένων για την ορνιθοπανίδα, τα σημεία των καταμετρήσεων απείχαν τουλάχιστον 200m μεταξύ τους (Massa et al. 1987, Bibby et al. 1992, Crooks et al. 2004).

2.9.3.7 Τοπογραφικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης

- Υψόμετρο (m): η καταγραφή γινόταν στο ακριβές σημείο καταμέτρησης των ταξινομικών ομάδων, με χρήση GPS (Garmin eTrex Venture HC).
- Κλίση (%): η καταγραφή αφορούσε όλη την επιφάνεια καταμέτρησης και πραγματοποιήθηκε με κλισίμετρο (Suunto Tandem).
- Προσανατολισμός: η καταγραφή ολόκληρης της επιφάνεια καταμέτρησης υλοποιήθηκε με πυξίδα (Suunto Tandem).
- Στιγμιαία θερμοκρασία αέρα (°C): η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με το όργανο Digital Thermo-Hygrometer, TFA.
- Υγρασία αέρα (%): η μέτρηση έγινε με το όργανο Digital Thermo-Hygrometer, TFA.

2.9.3.8 Χαρακτηριστικά κάλυψης εδάφους

- Επιφανειακή κάλυψη με πέτρες (%): Στις ίδιες δειγματοληπτικές επιφάνειες που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της φυτοκάλυψης της ξυλώδους βλάστησης, διαστάσεων 10X10 m, μετρήθηκε το ποσοστό κάλυψης του εδάφους με πέτρες (Soil Survey Division Staff 1993).
- Φυλλοστρωμνή: Πραγματοποιήθηκε με οπτική εκτίμηση.

3. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

3.1 Έλεγχος κανονικότητας των δεδομένων και στατιστικών υποθέσεων

Για τον έλεγχο της κανονικότητας και της ομοιογένειας της διακύμανσης των δεδομένων πραγματοποιήθηκαν τα Kolmogorov-Smirnov και Bartlett's tests. Στις περιπτώσεις όπου το κριτήριο της κανονικότητας δεν πληρούνταν για κάποια μεταβλητή, τα δεδομένα υπέστησαν λογαριθμικό μετασχηματισμό $\log_{10}(x+1)$ προκειμένου να πληρούν τις προϋποθέσεις της κανονικοποίησης (Zar 1999).

Στη συνέχεια ελέγχθηκαν: α) οι μηδενικές υποθέσεις H_0 (το «αντίθετο» του ισχυρισμού που ελέγχθηκε, εάν το $P > 0,05$ έγινε δεκτή η H_0) και β) οι εναλλακτικές υποθέσεις H_a (ο ισχυρισμός που ελέγχθηκε, εάν το $P < 0,05$ τότε απορρίφθηκε η H_0).

3.2 Γενικά Γραμμικά Μοντέλα (General Linear model-GLM)

Όσο αφορά στον έλεγχο των διαφορών, στις τιμές των μεταβλητών των διαφόρων συνθετικών της βιοποικιλότητας (ποώδη και ξυλώδη φυτά, γαιοσκώληκες, ορνιθοπανίδα, κολεόπτερα και ισόποδα) που μελετήθηκαν στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί ανάμεσα στα δύο έτη δειγματοληψίας (2009 και 2010), χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ανάλυσης παραλλακτικότητας επαναλαμβανόμενων μετρήσεων κάτω από Γενικό Γραμμικό Μοντέλο (GLM module-Repeated measures analysis of variance) (ANOVA). Ως επαναλαμβανόμενος παράγοντας θεωρήθηκαν τα έτη δειγματοληψίας. Σε όσα συνθετικά της βιοποικιλότητας δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) ανάμεσα στα δυο έτη δειγματοληψίας επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί ο μέσος όρος με σκοπό να αυξηθεί η ευρωστία και η γενίκευση των αποτελεσμάτων, να ενσωματωθεί η ετήσια διακύμανση και να παραχθεί μια λογική βάση πάνω στην οποία θα μπορούσαν να αναλυθούν οι μελλοντικές τάσεις τους (Fried et al. 2008, Schrag et al. 2009).

Επομένως, για τον έλεγχο των διαφορών, στις τιμές των μεταβλητών των διαφόρων συνθετικών της βιοποικιλότητας, λόγω του διαφορετικού συστήματος διαχείρισης των ελαιώνων και μακί, χρησιμοποιήθηκαν κάτω από το Γενικό Γραμμικό Μοντέλο (GLM module):

- i) Η ανάλυση διακύμανσης ενός παράγοντα, (one-way ANOVA, σύστημα διαχείρισης ελαιώνων-μακί) για: α) τις αποδόσεις των ελαιώνων, β) τις τιμές των φυσικοχημικών παραμέτρων του εδάφους, γ) τη βιομάζα των ποωδών φυτών, δ) την πυκνότητα και βιομάζα των γαισκοωλήκων, ε) την πυκνότητα και φυτοκάλυψη των ξυλωδών φυτών και στ) την πυκνότητα των διαχειμαζόντων και αναπαραγόμενων ειδών πουλιών.
- ii) Η ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Repeated measures analysis of variance, σύστημα διαχείρισης ελαιώνων-μακί χ εποχή δειγματοληψίας) για: α) τα δεδομένα κάλυψης των ποωδών φυτών την χειμερινή και εαρινή περίοδο δειγματοληψίας.
- iii) Η ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Repeated measures analysis of variance, σύστημα διαχείρισης ελαιώνων-μακί χ μήνας δειγματοληψίας) για: α) τα δεδομένα της πυκνότητας των κολεοπτέρων (Carabidae-Tenebrionidae) και β) τα δεδομένα της πυκνότητας των ισοπόδων.

Όταν οι διαφορές ήταν σημαντικές πραγματοποιούνταν test πολλαπλών συγκρίσεων και συγκεκριμένα το HSD ή Tukey test. Το test αυτό «συμπληρώνει» την ANOVA καθώς εξετάζει ανάμεσα σε ποια επίπεδα της μεταβλητής υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Το συγκεκριμένο test (Tukey test) θεωρείται το πιο αξιόπιστο αλλά και το πιο «συντηρητικό» ταυτόχρονα σε σχέση με άλλα test πολλαπλών συγκρίσεων (Zar 1999). Τιμές των μετβλητών των διαφόρων παραμέτρων ακολουθούμενες από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.

3.3 Δείκτες ποικιλότητας χλωρίδας και πανίδας

Στη συνέχεια υπολογίστηκαν, με τη βοήθεια δεικτών, οι χαρακτηριστικότεροι παράμετροι της ποικιλότητας: η ποσοτική έκφραση της ποικιλότητας (δείκτες Shannon-Weiner, Simpson, Margalef, McIntosh, Brilluin, Q-στατιστικής και Menhinick) και η ομοιομορφία κατανομής των ατόμων σε κάθε είδος (δείκτης Pielou) στα ποώδη και ξυλώδη φυτά, στους γαισκοωλήκες, στα κολεόπτερα (Carabidae-Tenebrionidae), στα ισόποδα, στα διαχειμαζόντα και αναπαραγόμενα είδη πουλιών. Για όλες τις παραπάνω παραμέτρους έγιναν στατιστικές συγκρίσεις με το test τυχαιοποίησης του Solow (1993). Για την ανάλυση των στοιχείων και τον υπολογισμό των δεικτών της ποικιλότητας, κατασκευάστηκαν ειδικές βάσεις

δεδομένων CSV αρχείων (ορειοθετημένα με κόμματα) (*.csv) στο εξειδικευμένο πρόγραμμα Species Diversity and Richness (ver. 4.0) της PISCES Conservation Ltd (2006), σχεδιασμένο από τους Dr R.M.H. Seaby και Dr P.A. Henderson (για την λεπτομερή περιγραφή του μαθηματικού υπόβαθρου των παραπάνω δεικτών, βλέπε Seaby and Henderson 2006).

3.4 Γενικευμένα Γραμμικά μοντέλα (Generalized Linear model-GLM)

Η ανάδειξη των γεωργικών και περιβαλλοντικών δεικτών που ερμηνεύουν το μεγαλύτερο ποσοστό της διακύμανσης του πλούτου των συνθετικών της βιοποικιλότητας των ελαιώνων (ποώδη και ξυλώδη φυτά, γαιοσκώληκες, ορνιθοπανίδα, κολεόπτερα και ισόποδα), σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και μακί, όπως επίσης και ο προσδιορισμός των γεωργικών και περιβαλλοντικών δεικτών που ερμηνεύουν το μεγαλύτερο ποσοστό της διακύμανσης των αποδόσεων στους συμβατικούς και βιολογικούς ελαιώνες, μελετήθηκαν με το Γενικευμένο Γραμμικό μοντέλο (Generalized Linear model-GLM) (McCullagh and Nelder 1989). Σε κάθε περίπτωση, τα μοντέλα περιορίστηκαν στο να περιέχουν μόνο τις σημαντικές μεταβλητές ($P < 0,05$) με την εφαρμογή της σταδιακής ένταξης των ανεξάρτητων μεταβλητών (stepwise selection). Για την αξιολόγηση της επιλογής του καλύτερου μοντέλου χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο Akaike's Information Criterion (AIC) (Cameron and Windmeijer 1997). Όλες οι παραπάνω στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το «IBM SPSS Statistics 19» (SPSS Inc., IBM Company, Chicago, IL, USA 2010).

Οι γεωργικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες που εξετάστηκαν για την συγκεκριμένη ανάλυση και για τις δυο εποχές ήταν οι εξής:

α) Χειμερινή περίοδος:

Δείκτης ποικιλότητας Shannon και κάλυψη ποωδών φυτών, δείκτης ποικιλότητας Shannon και πυκνότητα διαχειμαζόντων ειδών πουλιών, δείκτης ποικιλότητας Shannon, πυκνότητα και βιομάζα γαιοσκωλήκων, έκταση χωραφιού, υψόμετρο, αποδόσεις ελαιώνων, κλίση εδάφους, θερμοκρασία και υγρασία αέρα, θερμοκρασία και υγρασία εδάφους, έκθεση χωραφιού, εφαρμογή κοπριάς, ζιζανιοκτόνου, εντομοκτόνου, μυκητοκτόνου, ανόργανης λίπανσης K-Mg, ανόργανης λίπανσης N,

ανόργανης λίπανσης K, φυσικοχημικές παράμετροι εδάφους (άμμος, άργιλος, ιλύς, pH, IAK, CaCO₃, P, K, οργανική ουσία, NH₄⁺, NO₃⁻, ολικό N, λόγος C/N, φαινομενική πυκνότητα και χαλίκια εδάφους) και φυλλοστρωμή (Παράρτημα II).

β) Εαρινή περίοδος

Δείκτης ποικιλότητας Shannon, κάλυψη και βιομάζα ποωδών φυτών, δείκτης ποικιλότητας Shannon και πυκνότητα αναπαραγόμενων ειδών πουλιών, δείκτης ποικιλότητας Shannon, πυκνότητα, φυτοκάλυψη και ύψος ξυλωδών φυτών, δείκτης ποικιλότητας Shannon και πυκνότητα Carabidae, δείκτης ποικιλότητας Shannon και πυκνότητα Tenebrionidae, δείκτης ποικιλότητας Shannon και πυκνότητα ισοπόδων, έκταση χωραφιού, υψόμετρο, κλίση εδάφους, θερμοκρασία και υγρασία αέρα, θερμοκρασία και υγρασία εδάφους, έκθεση χωραφιού, εφαρμογή κοπριάς, ζιζανιοκτόνου, εντομοκτόνου, μυκητοκτόνου, ανόργανης λίπανσης K-Mg, ανόργανης λίπανσης N, ανόργανης λίπανσης K, φυσικοχημικές παράμετροι εδάφους (άμμος, άργιλος, ιλύς, pH, IAK, CaCO₃, P, K, οργανική ουσία, φαινομενική πυκνότητα και χαλίκια εδάφους), φυλλοστρωμή και διάβρωση εδάφους (Παράρτημα III).

3.5 Τιμές Ενδείκτη (Indicator Value-IndVal)

Για να μελετηθούν οι αλλαγές ως προς τη σύνθεση των ειδών στη βιοκοινότητα, λόγω των συστημάτων διαχείρισης των ελαιώνων και των μακί χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος «Τιμών Ενδείκτη» (Indicator Value- IndVal) των Dufrene and Legendre (1997), ταξινομώντας αρχικά τις θέσεις δειγματοληψίας με βάση την ιεραρχική μέθοδο ομαδοποίησης Ward method και το κριτήριο ομοιότητας Bray-Curtis. Η μέθοδος αυτή αποδίδει «είδη δείκτες» (Indval>50%) σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί βασιζόμενη στη σχετική αφθονία των ειδών και στη συχνότητα εμφάνισής τους στα δείγματα. Ο δείκτης IndVal κυμαίνεται μεταξύ 0 και 100. Ένα είδος είναι τέλειος δείκτης ενός συγκεκριμένου συστήματος διαχείρισης ελαιώνων-μακί όταν ο δείκτης IndVal παίρνει τιμή 100 (McCune and Grace 2002). Ο υπολογισμός των τιμών του δείκτη IndVal πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό IndVal (Dufrene 1999).

3.6 Ανάλυση πλεονασμού (Redundancy analysis-RDA)

Με την ανάλυση πλεονασμού (RDA), διερευνήθηκε η σχέση των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων με την πυκνότητα των συνθετικών της βιοποικιλότητας [ποώδη και ξυλώδη φυτά, γαιοσκώληκες, κολεόπτερα (Carabidae-Tenebrionidae), ισόποδα, διαχειμάζοντα και αναπαραγόμενα είδη πουλιών]. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα CANOCO v.4.51 (Ter Braak and Šmilauer 1998) και αντιπροσωπεύει ταξιθετήσεις, δηλαδή διευθέτηση των δειγματοληπτικών σταθμών κατά μήκος αξόνων με βάση τα δεδομένα της σύνθεσης της κοινότητας των ειδών των σταθμών αυτών. Η διευθέτηση των σταθμών γίνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε οι σταθμοί με παρόμοια σύνθεση ειδών στην προκείμενη περίπτωση με παρόμοια πυκνότητα παραμέτρων [ποώδη και ξυλώδη φυτά, γαιοσκώληκες, κολεόπτερα (Carabidae-Tenebrionidae), ισόποδα, διαχειμάζοντα και αναπαραγόμενα πουλιά] να βρίσκονται κοντά, ενώ εκείνοι με διαφορετική πυκνότητα παραμέτρων να είναι απομακρυσμένοι μεταξύ τους (Clarck and Gorley, 2001). Στην παρούσα μελέτη, η ανάλυση περιβαλλοντικής διαβάθμισης υλοποιήθηκε προκειμένου να ταξιθεθούν οι δειγματοληψίες των σταθμών αναφοράς, σε σχέση με τους γεωργικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Δύο στόχοι μπορούν να επιτευχθούν μέσω της συγκεκριμένης ταξιθέτησης:

- Σύνοψη των πολυπαραγοντικών δεδομένων σε ένα διάγραμμα διασποράς καρτεσιανών αξόνων
- Αποκάλυψη της υποκείμενης δομής των βιολογικών δεδομένων, η οποία μπορεί να αποτελεί απόκριση της βιοκοινωνίας σε κάποιες περιβαλλοντικές μεταβλητές (latent environmental variables). Οι μεταβλητές αυτές κατασκευάζονται από τη μέθοδο με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξηγούν όσο το δυνατόν καλύτερα τα βιολογικά δεδομένα

Αρχικά εφαρμόστηκε η ανάλυση αντιστοιχιών (Detrended Correspondence Analysis, DCA). Η ανάλυση αυτή είναι έμμεση ανάλυση περιβαλλοντικής διαβάθμισης με πολυωνυμικό αλγόριθμο ταξιθέτησης. Σκοπός είναι να ελεγχθεί αν τα βιολογικά δεδομένα αποκρίνονται γραμμικά στις θεωρητικές περιβαλλοντικές μεταβλητές που κατασκευάζει η μέθοδος (άξονες ταξιθέτησης) ή αν έχουν την καλύτερη απόκριση γύρω από κάποιες βέλτιστες τιμές των θεωρητικών αυτών μεταβλητών. Στην περίπτωση όπου το μήκος (length of gradient) της πρώτης

θεωρητικής μεταβλητής (του πρώτου άξονα ταξιθέτησης) είναι μικρότερο από τρεις φορές την τυπική απόκλιση των βιολογικών ομάδων (standard deviation, SD) μέσα στα δείγματα, τότε οι βιολογικές ομάδες αποκρίνονται περισσότερο γραμμικά στις θεωρητικές μεταβλητές. Στην περίπτωση αυτή η πιο κατάλληλη άμεση ανάλυση περιβαλλοντικής διαβάθμισης (direct gradient analysis) είναι η Ανάλυση Πλεονασμού-Redundancy analysis (RDA) (Ter Braak and Prentice 1988).

Πριν την εφαρμογή της RDA, εφαρμόστηκε η δοκιμασία Monte Carlo (Monte Carlo permutation test), η οποία δείχνει ποιό γεωργικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες είναι σημαντικοί για την ερμηνεία των βιολογικών δεδομένων. Ως μηδενική υπόθεση θεωρήθηκε η υπόθεση ότι τα δεδομένα των βιολογικών ομάδων δεν συσχετίζονται καθόλου με τα δεδομένα των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων και ως εναλλακτική υπόθεση ότι οι βιολογικές ομάδες αποκρίνονται στους γεωργικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες που εξετάζονται. Όταν η στάθμη σημαντικότητας (p-value) του κάθε παράγοντα ήταν μικρότερη του 0,05, τότε υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά από τη μηδενική υπόθεση, η οποία απορριπτόταν και επομένως οι οργανισμοί που μελετήθηκαν συσχετίζονταν με τον συγκεκριμένο γεωργικό ή περιβαλλοντικό παράγοντα. Για την ερμηνεία των αξόνων ταξιθέτησης χρησιμοποιήθηκαν οι συντελεστές των ενδο-συσχετισμών (intra-set correlations) που βρίσκονται στη μήτρα συσχέτισης και οι οποίοι ορίζουν τη συσχέτιση μεταξύ των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων και των αξόνων ταξιθέτησης. Οι γεωργικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες με τη μεγαλύτερη τιμή (ασχέτως προσήμου) στον εκάστοτε άξονα, θεωρήθηκε ότι είναι αυτές που συσχετίζονται πιο ισχυρά με αυτόν. Ακόμα, χρησιμοποιήθηκαν και οι ιδιοτιμές (eigenvalues) των αξόνων ταξιθέτησης, οι οποίες αποτελούν το μέτρο σημαντικότητας του κάθε άξονα. Τέλος, χρησιμοποιήθηκε το αθροιστικό ποσοστό διακύμανσης της σχέσης βιολογικών ομάδων-γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων, που αντιπροσωπεύει το ποσοστό της διακύμανσης της σχέσης των βιολογικών ομάδων και των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων που εξηγούν οι δύο πρώτοι άξονες της RDA αθροιστικά (Ter Braak and Šmilauer 1998).

Οι γεωργικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη αναφέρονται παρακάτω:

α) Χειμερινή περίοδος

Δείκτης ποικιλότητας Shannon και κάλυψη ποωδών φυτών, δείκτης ποικιλότητας Shannon και πυκνότητα διαχειμαζόντων ειδών πουλιών, δείκτης ποικιλότητας Shannon, πυκνότητα και βιομάζα γαιοσκωλήκων, έκταση χωραφιού, υψόμετρο, αποδόσεις ελαιώνων, κλίση εδάφους, θερμοκρασία και υγρασία αέρα, θερμοκρασία και υγρασία εδάφους, έκθεση χωραφιού, εφαρμογή κοπριάς, ζιζανιοκτόνου, εντομοκτόνου, μυκητοκτόνου, ανόργανης λίπανσης K-Mg, ανόργανης λίπανσης N, ανόργανης λίπανση K, φυσικοχημικά χαρακτηριστικά εδάφους (άμμος, άργιλος, ιλύς, pH, IAK, CaCO₃, P, K, οργανική ουσία, NH₄⁺, NO₃⁻, ολικό N, λόγος C/N, φαινομενική πυκνότητα και χαλίκια εδάφους) και φυλλοστρωμνή (Παράρτημα II).

β) Εαρινή περίοδος

Δείκτης ποικιλότητας Shannon, κάλυψη και βιομάζα ποωδών φυτών, δείκτης ποικιλότητας Shannon και πυκνότητα αναπαραγόμενων ειδών πουλιών, δείκτης ποικιλότητας Shannon, πυκνότητα, φυτοκάλυψη και ύψος ξυλωδών φυτών, δείκτης ποικιλότητας Shannon και πυκνότητα Carabidae, δείκτης ποικιλότητας Shannon και πυκνότητα Tenebrionidae, δείκτης ποικιλότητας Shannon και πυκνότητα ισοπόδων, έκταση χωραφιού, υψόμετρο, κλίση εδάφους, θερμοκρασία και υγρασία αέρα, θερμοκρασία και υγρασία εδάφους, έκθεση χωραφιού, εφαρμογή κοπριάς, ζιζανιοκτόνου, εντομοκτόνου, μυκητοκτόνου, ανόργανης λίπανσης K-Mg, ανόργανης λίπανση N, ανόργανης λίπανση K, φυσικοχημικά χαρακτηριστικά εδάφους (άμμος, άργιλος, ιλύς, pH, IAK, CaCO₃, P, K, οργανική ουσία, φαινομενική πυκνότητα και χαλίκια εδάφους), φυλλοστρωμνή και διάβρωση εδάφους (Παράρτημα III).

3.7 Μοντέλο προσομείωσης WEPP (εκτίμηση του ρυθμού απόσπασης εδαφικών υλικών)

Στην παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε οπτική εκτίμηση του είδους της διάβρωσης του εδάφους στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και μακί για δύο έτη (2009 και 2010). Για την εκτίμηση του ρυθμού απόσπασης εδαφικών υλικών με την κρούση των σταγόνων βροχής, στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και μακί στην επιφανειακή κατά στρώσεις διάβρωση χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο προσομείωσης WEPP (Page 1988), το οποίο αποτελεί μια απλοποιημένη απεικόνιση

της πραγματικότητας και ένα εργαλείο για την επίλυση προβλημάτων. Η εξίσωση που εκφράζει τις εδαφικές απώλειες είναι η εξής:

(1)

$$D_i = K_i I_e^2 C_e G_e$$

όπου, οι παράγοντες είναι:

K_i: Επιφανειακή διαβρωσιμότητα (παρόμοια για όλες τις μεταχειρίσεις).

I_e: Ένταση βροχής (παρόμοια για όλες τις μεταχειρίσεις).

C_e: Επίδραση της φυτοκάλυψης των ξυλωδών φυτών στην επιφανειακή διάβρωση.

G_e: Επίδραση της κάλυψης των ποωδών φυτών στην επιφανειακή διάβρωση.

(2)

$$C_e = 1 - F_c e^{-0,34H_c}$$

F_c: Φυτοκάλυψη των ξυλωδών φυτών.

H_c: Ύψος των ξυλωδών φυτών.

(3)

$$G_e = e^{-2,5 g_i}$$

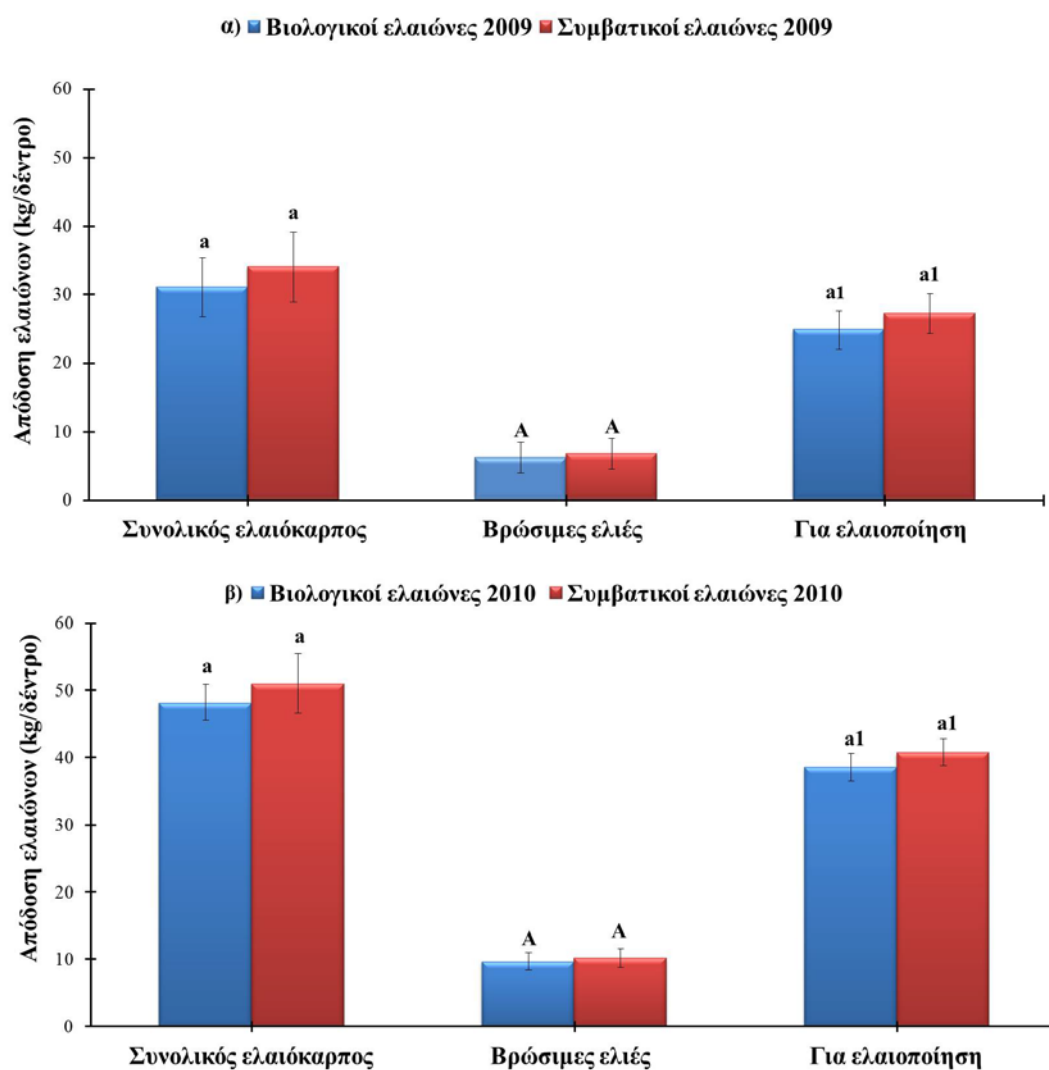
g_i: Κάλυψη των ποωδών φυτών στο έδαφος.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Σύγκριση παραμέτρων των συστημάτων διαχείρισης ελαιώνων και μακί

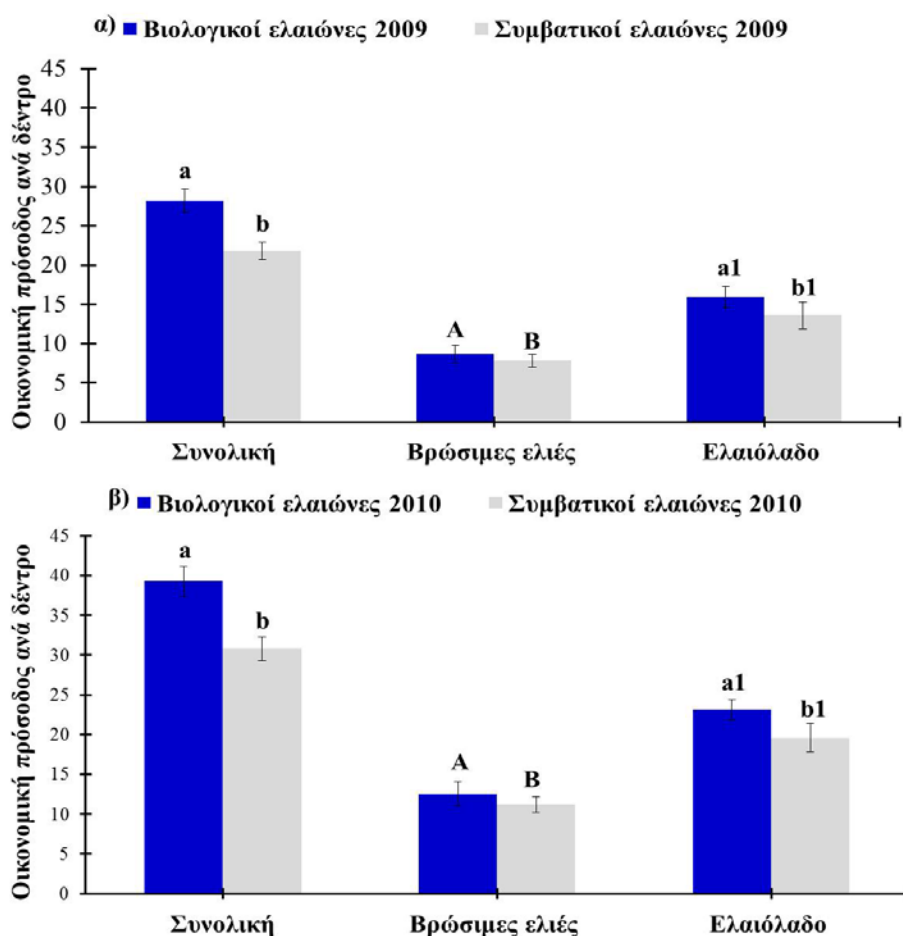
4.1.1 Αποδόσεις ελαιώνων

Σε μη παραγωγική χρονιά (2009), οι συνολικές αποδόσεις σε ελαιόκαρπο στους συμβατικούς ελαιώνες ανήλθαν κατά μέσο όρο στα 34,1 kg/δέντρο, ενώ στους βιολογικούς ελαιώνες στα 31,1 kg/δέντρο. Από τις παραπάνω συνολικές αποδόσεις στους συμβατικούς ελαιώνες τα 27,28 kg/δέντρο προορίζονταν για ελαιοποίηση (5,45 kg λάδι/δέντρο) και τα 6,82 kg/δέντρο για βρώση ενώ αντίστοιχα στους βιολογικούς ελαιώνες τα 24,88 kg/δέντρο για ελαιοποίηση (4,97 kg λάδι/δέντρο) και τα 6,22 kg/δέντρο για βρώση (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Μέσος όρος (\pm τυπική απόκλιση) των αποδόσεων των ελαιώνων της περιοχής έρευνας.

Όσο αφορά στις αποδόσεις σε ελαιόκαρπο κατά την παραγωγική χρονιά 2010, αυτές ανήλθαν στους συμβατικούς ελαιώνες κατά μέσο όρο στα 51 kg/δέντρο, ενώ στους βιολογικούς ελαιώνες στα 48,20 kg/δέντρο. Πιο αναλυτικά, τα 40,80 kg/δέντρο ελαιοκάρπου προορίζονταν για ελαιοποίηση (8,16 kg λάδι/δέντρο) και τα 10,20 kg/δέντρο για βρώση στους συμβατικούς ελαιώνες, ενώ αντίστοιχα τα 38,56 kg/δέντρο για ελαιοποίηση (7,71 kg λάδι/δέντρο) και τα 9,64 kg/δέντρο για βρώση στους βιολογικούς ελαιώνες (Σχήμα 1).



Σχήμα 2. Οικονομική πρόσοδος συμβατικών και βιολογικών ελαιώνων.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η μέση τιμή της συμβατικής βρώσιμης ελιάς ήταν 1,20 €/kg το 2009 και 1,10 €/kg το 2010, η τιμή του ελαιολάδου συμβατικής καλλιέργειας 2,50 €/kg το 2009 και 2,30 €/kg το 2010, η τιμή της βιολογικής βρώσιμης ελιάς 1,40 €/kg το 2009 και 1,30 το 2010, η τιμή του βιολογικού ελαιολάδου 3,20 €/kg το 2009 και 3,00 €/kg το 2010 και με βάση τις αποδόσεις των δυο συστημάτων διαχείρισης ελαιώνων, όπως παρουσιάστηκαν παραπάνω, υπολογίστηκε η οικονομική πρόσοδος

ανά δέντρο (Σχήμα 2). Έτσι, η οικονομική πρόσοδος ανήλθε στα 8,18 €/δέντρο το 2009 και 11,22 €/δέντρο το 2010 από τις βρώσιμες ελιές και στα 13,62 €/δέντρο το 2009 και 19,58 €/δέντρο το 2010 από το ελαιόλαδο στους συμβατικούς ελαιώνες και η συνολική στα 21,80 €/δέντρο το 2009 και 30,80 €/δέντρο το 2010. Όσο αφορά στην οικονομική πρόσοδο για τους βιολογικούς ελαιώνες αυτή ανήλθε στα 8,70 €/δέντρο το 2009 και 12,53 €/δέντρο το 2010 από τις βρώσιμες ελιές και 15,90 €/δέντρο το 2009 και 23,13 €/δέντρο το 2010 από το ελαιόλαδο. Η πρόσθετη ενίσχυση [3,60 €/δέντρο (72 €/στρ.)] που χορηγήθηκε στους παραγωγούς ως στρεμματική ενίσχυση σε ετήσια βάση επέφερε "αύξηση της οικονομικής προσόδου" στα 28,20 €/δέντρο το 2009 και 39,26 €/δέντρο το 2010 στους βιολογικούς ελαιώνες.

4.1.2 Έδαφος

4.1.2.1 Φυσικοχημικές παράμετροι

Στον πίνακα 6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επίδρασης των συστημάτων διαχείρισης των ελαιώνων στις φυσικοχημικές παραμέτρους του εδάφους. Η ανάλυση διακύμανσης έδειξε ότι από τις 14 φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους που μελετήθηκαν [άμμος, άργιλος, ιλύς, pH, Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων (IAK), ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3), ολικός φώσφορος (P), ανταλλάξιμο κάλιο (K^+), οργανική ουσία, ολικό άζωτο (N), νιτρικά (NO_3^-) και αμμωνιακά ιόντα (NH_4^+), αναλογία στην περιεκτικότητα άνθρακα-άζωτου (C/N) και φαινομενική πυκνότητα] οκτώ (IAK, P, οργανική ουσία, ολικό N, NO_3^- , NH_4^+ , C/N και φαινομενική πυκνότητα εδάφους) βρέθηκαν να επηρεάζονται στατιστικώς σημαντικά ($P < 0,05$) από το σύστημα διαχείρισης ελαιώνων. Αντίθετα, καμία διαφοροποίηση δεν εμφανίστηκε στις υπόλοιπες φυσικοχημικές παραμέτρους του εδάφους (άμμος, άργιλος, ιλύς, pH, CaCO_3 και ανταλλάξιμο K^+) μεταξύ των συστημάτων διαχείρισης ελαιώνων.

Αναλυτικότερα, διαπιστώθηκε ότι η μέση Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων διέφερε στατιστικώς σημαντικά μεταξύ των συστημάτων διαχείρισης ελαιώνων και των μακί ($F=2,83$, $P=0,04$). Συγκεκριμένα, στα μακί, στους εγκαταλειμμένους και στους βιολογικούς ελαιώνες, η μέση Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων ήταν σημαντικά υψηλότερη σε σχέση με τους συμβατικούς ελαιώνες.

Όσο αφορά στον ολικό P του εδάφους ($F=11,88$, $P<0,001$) καταγράφηκε ότι η μέση συγκέντρωση του ολικού P ήταν σημαντικά υψηλότερη στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί σε σχέση με τους συμβατικούς και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες, όπως ακριβώς διαπιστώθηκε και για τη μέση οργανική ουσία (%) του εδάφους ($F=34,94$, $P<0,001$).

Όμως, η μέση συγκέντρωση των NO_3^- ($F=8,07$, $P<0,001$) καθώς και των NH_4^+ ($F=2,91$, $P=0,04$), βρέθηκε σημαντικά υψηλότερη στους συμβατικούς ελαιώνες συγκριτικά με τους βιολογικούς και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί. Το ίδιο διαπιστώθηκε και για τη μέση συγκέντρωση του ολικού N ($F=5,40$, $P<0,001$).

Η ανάλυση διακύμανσης έδειξε ότι η μέση τιμή της αναλογίας C/N διέφερε στατιστικώς σημαντικά ($F=13,07$, $P<0,001$) ανάμεσα στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί, η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί, και η χαμηλότερη στους συμβατικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες. Παράλληλα, η μέση τιμή της φαινομενικής πυκνότητας του εδάφους ήταν σημαντικά υψηλότερη στους συμβατικούς ελαιώνες και χαμηλότερη στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί ($F=63,48$, $P<0,001$).

Πίνακας 6. Μέσος όρος (\pm τυπική απόκλιση) των φυσικοχημικών παραμέτρων του εδάφους σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί	F	P
Άμμος	51,00 \pm 12,57a *	55,80 \pm 8,09a	48,50 \pm 17,30a	46,10 \pm 17,13a	0,84	>0,05
Άργιλος	23,60 \pm 8,94a	17,60 \pm 5,96a	23,60 \pm 10,91a	25,20 \pm 12,55a	1,14	>0,05
Ίλύς	25,40 \pm 6,22a	26,60 \pm 6,46a	27,90 \pm 10,20a	29,90 \pm 7,47a	0,61	>0,05
pH	7,14 \pm 1,14a	6,77 \pm 0,75a	6,97 \pm 0,92a	7,18 \pm 0,60a	0,36	>0,05
ΙΑΚ	18,50 \pm 6,88a	12,55 \pm 4,23b	19,48 \pm 9,13a	22,65 \pm 10,12a	2,83	<0,05
CaCO ₃	5,37 \pm 9,43a	2,02 \pm 4,80a	7,49 \pm 10,98a	2,59 \pm 3,2a	1,06	>0,05
P	4,36 \pm 1,80a	2,75 \pm 0,48b	1,53 \pm 0,57b	4,20 \pm 1,47a	11,88	<0,05
K ⁺	192,95 \pm 186,46a	108,15 \pm 52,70a	96,85 \pm 36,95a	165,35 \pm 72,52a	1,9	>0,05
Οργανική ουσία	3,46 \pm 0,93a	0,82 \pm 0,16b	1,62 \pm 0,64b	3,99 \pm 1,12a	34,94	<0,05
NO ₃ ⁻	5,95 \pm 3,19b	9,14 \pm 4,80a	2,77 \pm 1,07b	3,71 \pm 2,28b	8,07	<0,05
NH ₄ ⁺	4,05 \pm 1,23b	5,22 \pm 3,66a	2,76 \pm 0,79b	3,18 \pm 0,80b	2,91	<0,05
N	0,20 \pm 0,06b	0,35 \pm 0,11a	0,11 \pm 0,03b	0,20 \pm 0,05b	5,4	<0,05
C/N	9,08 \pm 3,33a	4,83 \pm 2,46b	4,22 \pm 1,28b	11,85 \pm 4,59a	13,07	<0,05
Φαινομενική πυκνότητα	0,99 \pm 0,04c	1,30 \pm 0,09a	1,12 \pm 0,05b	0,96 \pm 0,03c	63,48	<0,05

*:Οι ενδείξεις a,b,c δείχνουν τις σημαντικές διαφορές των εδαφικών ιδιοτήτων μεταξύ των συστημάτων διαχείρισης ελαιώνων και των μακί.

4.1.2.2 Εκτίμηση του είδους και του βαθμού διάβρωσης

Στην παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε οπτική εκτίμηση του είδους της διάβρωσης του εδάφους στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί για δύο συνεχόμενα έτη (2009 και 2010). Το είδος της διάβρωσης που καταγράφηκε και τα δύο έτη ήταν η επιφανειακή κατά στρώσεις διάβρωση (interrill erosion) (δηλαδή αφαίρεση ενός σχετικά ομοιόμορφου λεπτού στρώματος από την επιφάνεια εδάφους) (Εικόνα 19) στους συμβατικούς ελαιώνες και κατά τόπους στους βιολογικούς και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες.



Εικόνα 19. Επιφανειακή κατά στρώσεις διάβρωση μιας εδαφικής επιφάνειας συμβατικού ελαιώνα (Φωτ. Αλ. Σολωμού).

Σύμφωνα με το μοντέλο προσομοίωσης WEPP το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση του ρυθμού απόσπασης εδαφικών υλικών με την κρούση των σταγόνων βροχής, στην επιφανειακή κατά στρώσεις διάβρωση, προέκυψε ότι για τα δυο έτη δειγματοληψίας (2009 και 2010), στους συμβατικούς ελαιώνες καταγράφηκε διπλάσια ποσότητα αποσπώμενων (διαβρούμενων) υλικών από ότι στους βιολογικούς και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες (Πίνακας 7, 8).

Πίνακας 7. Εκτίμηση του ρυθμού απόσπασης εδαφικών υλικών στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί (έτος 2009).

Ρυθμός απόσπασης εδαφικών υλικών	
Σ^1/B^2	2 ^{**}
Σ/E^3	2
Σ/M^4	3
E/M	1
E/B	1
B/M	1

Σειρά αυξανόμενης ευαισθησίας στη διάβρωση:
 $M \approx B \approx E < \Sigma$

¹Σ: Συμβατικοί ελαιώνες, ²B: Βιολογικοί ελαιώνες, ³E: Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες, ⁴M: Μακί.

^{**}1: Ίση ποσότητα αποσπώμενων υλικών, 2: Διπλάσια ποσότητα αποσπώμενων υλικών, 3: Τριπλάσια ποσότητα αποσπώμενων υλικών.

Πίνακας 8. Εκτίμηση του ρυθμού απόσπασης εδαφικών υλικών στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί (έτος 2010).

Ρυθμός απόσπασης εδαφικών υλικών	
Σ^1/B^2	2 ^{**}
Σ/E^3	2
Σ/M^4	3
E/M	1
E/B	1
B/M	1
Σειρά αυξανόμενης ευαισθησίας στη διάβρωση	
$M \approx B \approx E < \Sigma$	

*1Σ: Συμβατικοί ελαιώνες, ²B: Βιολογικοί ελαιώνες, ³E: Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες, ⁴M: Μακί.

**1: Ίση ποσότητα αποσπόμενων υλικών, 2: Διπλάσια ποσότητα αποσπόμενων υλικών, 3: Τριπλάσια ποσότητα αποσπόμενων υλικών.

4.1.3 Ποώδη φυτά

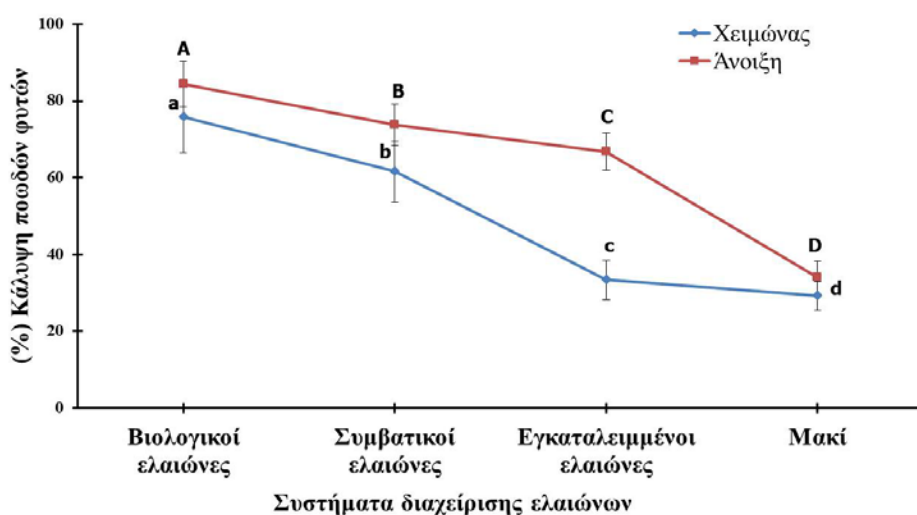
4.1.3.1 Σύνθεση και κάλυψη των ποωδών φυτών κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο

Συνολικά στους ελαιώνες (συμβατικοί, βιολογικοί και εγκαταλειμμένοι) και τα μακί που μελετήθηκαν, καταγράφηκαν 56 και 81 ποώδη είδη που ανήκουν σε 33 και 28 οικογένειες, κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο, αντίστοιχα. Συγκεκριμένα, κατά τη χειμερινή περίοδο καταγράφηκαν: 47 φυτικά είδη στους βιολογικούς ελαιώνες, 36 στους συμβατικούς, 37 στους εγκαταλειμμένους και 25 στα μακί, ενώ κατά την εαρινή περίοδο καταγράφηκαν: 78 φυτικά είδη στους βιολογικούς ελαιώνες, 47 είδη στους συμβατικούς, 62 είδη στους εγκαταλειμμένους και 34 είδη στα μακί (Παράρτημα IV).

Από τα παραπάνω ποώδη φυτά, τα είδη *Hordeum murinum*, *Leontodon tuberosus* και *Anthemis chia* που καταγράφηκαν στους βιολογικούς ελαιώνες, τα είδη *H. murinum* και *A. chia* στους συμβατικούς ελαιώνες, τα είδη *Cyclamen graecum* και *H. murinum* στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα είδη *C. graecum* και *L. tuberosus* στα μακί, ήταν τα πιο άφθονα (με βάση το πλήθος των ατόμων) στη σύνθεση της ποώδους βλάστησης κατά τη χειμερινή περίοδο. Αναφορικά με την εαρινή περίοδο, καταγράφηκαν σε αφθονία τα είδη *Setaria verticillata* και *Raphanus raphanistrum* στους βιολογικούς ελαιώνες, *Tordylium apulum* και *L. tuberosus* στους συμβατικούς ελαιώνες, *L. tuberosus* και *T. apulum* στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και *C. graecum* και *L. tuberosus* στα μακί.

Η μέση κάλυψη ποωδών φυτών (%) ήταν σημαντικά υψηλότερη στους βιολογικούς ελαιώνες, ενώ η σημαντικά χαμηλότερη μέση κάλυψη (%) καταγράφηκε

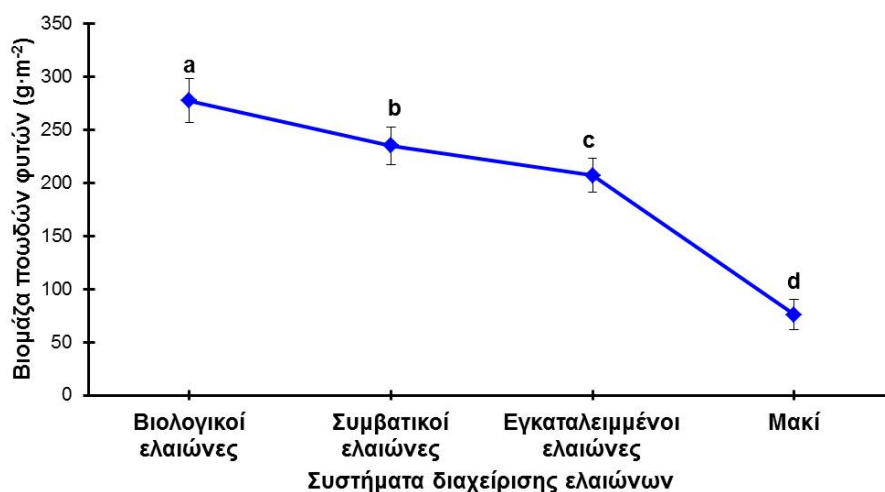
στα μακί κατά τη χειμερινή ($F=2911,72$, $P<0,001$) και την εαρινή περίοδο ($F=5010,01$ $P<0,001$). Επίσης, σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν ανάμεσα στις δύο εποχές ($F=3021,70$, $P<0,001$) και σημαντική αλληλεπίδραση παρατηρήθηκε μεταξύ του συστήματος διαχείρισης και της εποχής ($F=548,15$, $P<0,001$) με υψηλότερη μέση (%) κάλυψη ποωδών φυτών στους βιολογικούς ελαιώνες την εαρινή περίοδο (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Μέσος όρος (\pm τυπική απόκλιση) (%) κάλυψης ποωδών φυτών στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί στις δύο εποχές δειγματοληψίας.

4.1.3.2 Παραγωγή βιομάζας εαρινών ποωδών φυτών

Η μέση παραχθείσα βιομάζα ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) των ποωδών φυτών για τους ελαιώνες της περιοχής έρευνας παρουσιάζεται στο σχήμα 4. Η ανάλυση έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($F=3508,862$ $P<0,001$) ως προς την παραχθείσα βιομάζα της ποώδους βλάστησης μεταξύ των βιολογικών, συμβατικών και εγκαταλειμμένων ελαιώνων και μακί. Όσο αφορά στο μέσο όρο της παραχθείσας βιομάζας, οι βιολογικοί ελαιώνες είναι εκείνοι στους οποίους μετρήθηκε σημαντικά υψηλότερη τιμή βιομάζας, ενώ η σημαντικά χαμηλότερη μετρήθηκε στα μακί.



Σχήμα 4. Μέσος όρος (\pm τυπική απόκλιση) παραχθείσας βιομάζας ποωδών φυτών στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί.

4.1.3.3 Ποικιλότητα ποωδών φυτών κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο

Σύμφωνα με το test τυχαιοποίησης του Solow (1993) καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$), όσο αφορά στους δείκτες ποικιλότητας (Shannon-Weiner, Simpson, Margalef, McIntosh, Brilluin και Q-στατιστικής) στα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί. Οι βιολογικοί ελαιώνες υποστηρίζουν στατιστικώς σημαντικά ($P < 0,05$) μεγαλύτερη φυτική ποικιλότητα σε σχέση με τους εγκαταλειμμένους και τους συμβατικούς ελαιώνες, ενώ τα μακί υποστηρίζουν τη χαμηλότερη ποικιλότητα, κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο, όταν αυτή εκφράζεται με τους δείκτες ποικιλότητας Shannon-Weiner, Simpson, Margalef, McIntosh, Brilluin και Q-στατιστικής (Πίνακες 9 και 10).

Οι τιμές του δείκτη ισοκατανομής Pielou (J) των ποωδών φυτικών ειδών παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) μεταξύ των συστημάτων διαχείρισης ελαιώνων και των μακί στις δύο εποχές (χειμώνας και άνοιξη). Ο δείκτης ισοκατανομής παρουσίασε την μέγιστη τιμή στους βιολογικούς ελαιώνες και την ελάχιστη τιμή στα μακί. Τα υπόλοιπα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων, συμβατικοί και εγκαταλειμμένοι, παρουσίασαν ενδιάμεσες τιμές οι οποίες διέφεραν σημαντικά τόσο με τη μέγιστη όσο και με την ελάχιστη τιμή του δείκτη ισοκατανομής (Πίνακες 9 και 10).

Πίνακας 9. Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της ποικιλότητας και ισοκατανομής των ποωδών φυτών κατά τη χειμερινή περίοδο για τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί.

Δείκτες	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
Shannon-Weiner	3,32a	3,10c	3,14b	2,59d
Simpson	20,07a	15,01c	16,53b	9,57d
Margalef	4,96a	3,86b	4,29b	2,88c
McIntosh	0,78a	0,75c	0,76b	0,68d
Brilluin	3,30a	3,08b	3,12b	2,57c
Q-στατιστική	14,78a	11,20c	19,98b	7,00d
Pielou (J)	0,82a	0,77c	0,78b	0,64d

*Τιμές των δεικτών ποικιλότητας στην ίδια γραμμή ακολουθούμενες από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.

Πίνακας 10. Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της ποικιλότητας και ισοκατανομής των ποωδών φυτών κατά την εαρινή περίοδο για τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί.

Δείκτες	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
Shannon-Weiner	3,70a*	3,37c	3,54b	2,95d
Simpson	31,16a	23,85c	27,67b	14,45d
Margalef	8,21a	4,99c	6,74b	3,89d
McIntosh	0,82a	0,80c	0,81b	0,74d
Brilluin	3,68a	3,36c	3,52b	2,93d
Q-στατιστική	16,06a	11,16c	11,92b	7,00d
Pielou (J)	0,84a	0,76c	0,80b	0,67d

*Τιμές των δεικτών ποικιλότητας στην ίδια γραμμή ακολουθούμενες από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.

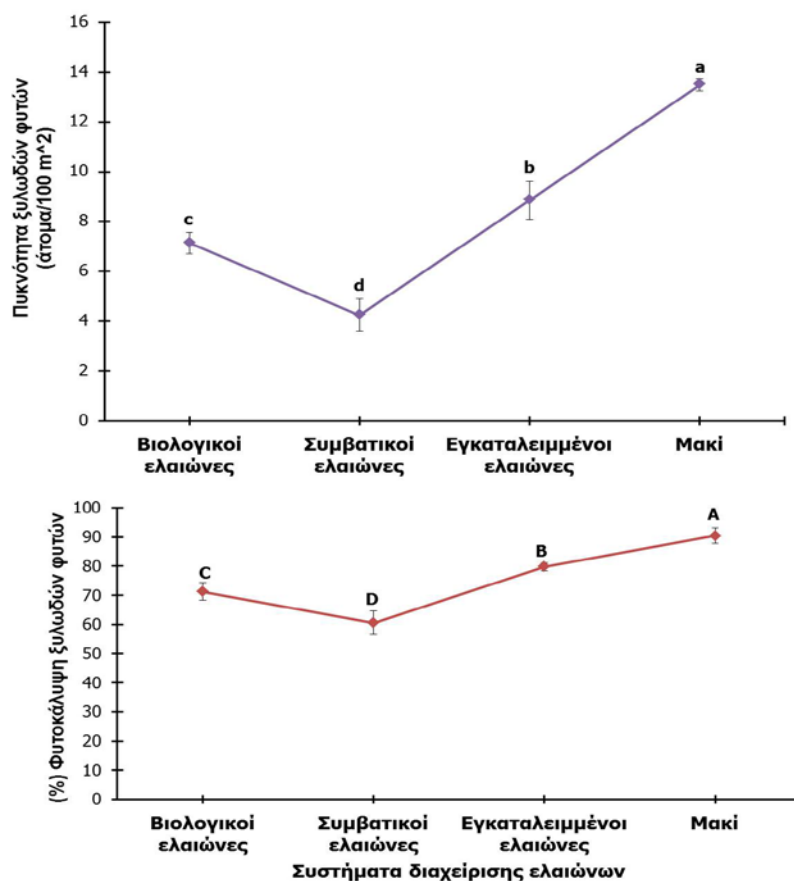
4.1.4 Ξυλώδη φυτά

4.1.4.1 Σύνθεση, πυκνότητα και φυτοκάλυψη

Συνολικά στα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί της περιοχής έρευνας καταγράφηκαν 32 είδη ξυλωδών φυτών που ανήκουν σε 17 οικογένειες. Συγκεκριμένα, καταγράφηκαν 18 είδη ξυλωδών φυτών στους βιολογικούς ελαιώνες, 17 είδη στους συμβατικούς, 25 είδη στους εγκαταλειμμένους και 28 είδη στα μακί (Παράρτημα V). Επίσης, προέκυψε ότι τα πιο άφθονα είδη (με βάση το πλήθος των ατόμων) ήταν τα: *Olea europaea var. sylvestris* στους βιολογικούς και τους συμβατικούς ελαιώνες, *Cercis siliquastrum* και *O. europaea var. sylvestris* στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και *Pistacia lentiscus*, *O. europaea var. sylvestris*, *Quercus coccifera* και *C. siliquastrum* στα μακί.

Στο σχήμα 5 παρουσιάζεται η πυκνότητα (άτομα/100 m²) και το ποσοστό φυτοκάλυψης των ξυλωδών φυτών. Η πυκνότητα (άτομα/100 m²) (F=484,12, $P<0,001$) και η (%) φυτοκάλυψη (F=185,76, $P<0,001$) διέφερε σημαντικά ανάμεσα

στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί. Συγκεκριμένα, στα μακί καταγράφηκε η υψηλότερη πυκνότητα (άτομα/100 m²) και (%) φυτοκάλυψη, ενώ η χαμηλότερη πυκνότητα (άτομα/100 m²) και φυτοκάλυψη (%) παρατηρήθηκε στους συμβατικούς ελαιώνες.



Σχήμα 5. Μέσος όρος (\pm τυπική απόκλιση) της πυκνότητας και της (%) φυτοκάλυψης των ξυλωδών φυτών σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

4.1.4.2 Ποικιλότητα ξυλωδών φυτών

Όσο αφορά στην ποικιλότητα των ξυλωδών φυτών (δείκτες Shannon-Weiner, Simpson, Margalef, McIntosh, Brilluin και Q-στατιστικής), το test τυχαιοποίησης του Solow (1993) ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) μεταξύ των διαφορετικών συστημάτων διαχείρισης των ελαιώνων και των μακί. Συγκεκριμένα, σημαντικά ($P < 0,05$) υψηλότερη τιμή των δεικτών ποικιλότητας καταγράφηκε στα μακί συγκριτικά με τους εγκαταλειμμένους και τους βιολογικούς ελαιώνες, ενώ τη χαμηλότερη τιμή παρουσίασαν οι συμβατικοί ελαιώνες.

Επίσης, στον ίδιο πίνακα παρουσιάζεται και η ισοκατανομή των ξυλωδών φυτών εκτιμηθείσα με τον δείκτη Pielou (J). Η σύγκριση των τιμών του δείκτη ισοκατανομής ανέδειξε την στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ($P < 0,05$) της ισοκατανομής των ξυλωδών φυτών μεταξύ των συστημάτων διαχείρισης των ελαιώνων και των μακί η οποία ήταν σημαντικά υψηλότερη στα μακί και χαμηλότερη στους συμβατικούς ελαιώνες (Πίνακας 11).

Πίνακας 11. Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της ποικιλότητας και ισοκατανομής των ξυλωδών φυτών για τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί.

Δείκτες	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
Shannon-Weiner	2,36c	1,99d	2,67b	2,95*
Simpson	6,70c	4,18d	9,95b	15,69a
Margalef	2,50c	2,46c	3,40b	3,6a
McIntosh	0,63c	0,53d	0,70b	0,76a
Brilluin	2,32c	1,93d	2,62b	2,91a
Q-στατιστική	6,74b	5,17c	8,65a	9,01a
Pielou (J)	0,68c	0,57d	0,77b	0,85a

*Τιμές των δεικτών ποικιλότητας στην ίδια γραμμή ακολουθούμενες από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.

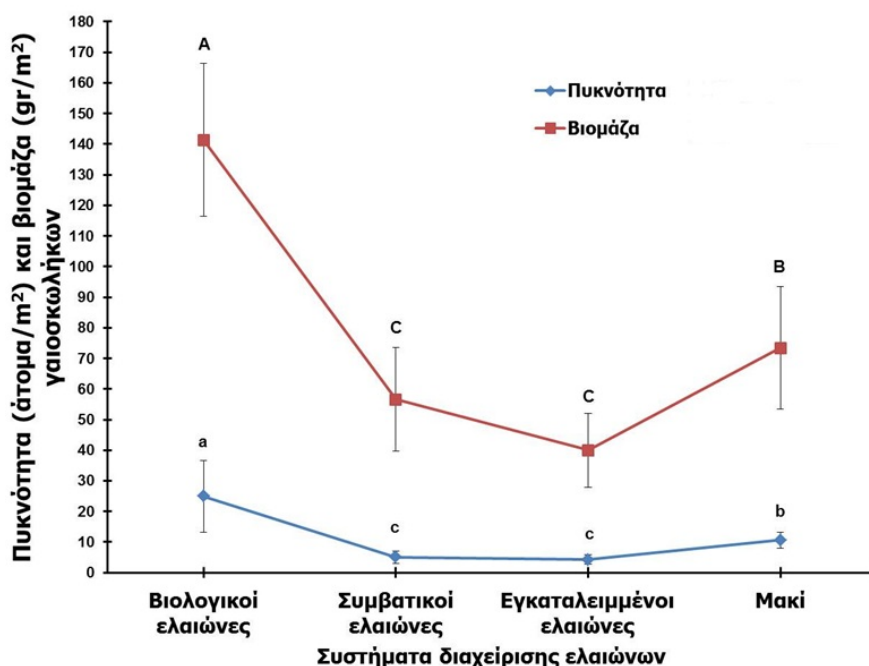
4.1.5 Γαιοσκώληκες

4.1.5.1 Σύνθεση, πυκνότητα και βιομάζα γαιοσκωλήκων

Συνολικά στην περιοχή έρευνας (συμβατικοί, βιολογικοί και εγκαταλειμμένοι ελαιώνες και μακί) καταγράφηκαν 9 είδη γαιοσκωλήκων που ανήκουν σε 2 οικογένειες (Παράρτημα VI). Αναλυτικότερα, στα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί παρατηρήθηκαν: 9 είδη γαιοσκωλήκων με πιο άφθονα (με βάση το πλήθος των ατόμων) τα είδη *Octodrilus complanatus* και *Dendrobaena byblica* στους βιολογικούς ελαιώνες, 5 είδη εκ των οποίων το πιο άφθονο ήταν το είδος *O. complanatus* στους συμβατικούς ελαιώνες, 8 είδη με πιο άφθονο το είδος *O. complanatus* στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και 9 είδη από τα οποία το είδος *O. complanatus* αφθονούσε στα μακί.

Η πυκνότητα (άτομα/μ²) και η βιομάζα (gr/μ²) των γαιοσκωλήκων στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί παρουσιάζεται στο σχήμα 6. Η πυκνότητα ($F=110,19$, $P < 0,001$) και η βιομάζα ($F=27,61$, $P < 0,001$) διέφεραν στατιστικώς σημαντικά ανάμεσα στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί. Σύμφωνα με το σχήμα 6 η υψηλότερη μέση πυκνότητα και βιομάζα των γαιοσκωλήκων καταγράφηκαν κυρίως στους βιολογικούς ελαιώνες και

δευτερευόντως στα μακί, ενώ η χαμηλότερη μέση πυκνότητα και βιομάζα καταγράφηκαν στους συμβατικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες.



Σχήμα 6. Μέσος όρος (\pm τυπική απόκλιση) της πυκνότητας και της βιομάζας των γαιοσκωλήκων ανά σύστημα διαχείρισης ελαιώνων και για τα μακί.

4.1.5.2 Ποικιλότητα ειδών γαιοσκωλήκων

Η ποικιλότητα ειδών γαιοσκωλήκων μελετήθηκε χρησιμοποιώντας τους δείκτες ποικιλότητας Shannon-Weiner, Simpson, Margalef, McIntosh, Brilluin και Q-στατιστικής. Όσο αφορά στην ισοκατανομή των ατόμων στα είδη των γαιοσκωλήκων αυτή εκτιμήθηκε χρησιμοποιώντας το δείκτη ισοκατανομής Pielou. Σύμφωνα με το test τυχαιοποίησης του Solow (1993) παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) ως προς την ποικιλότητα και την ισοκατανομή των ατόμων στα είδη των γαιοσκωλήκων μεταξύ των διαφορετικών συστημάτων διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.

Οι βιολογικοί ελαιώνες εμφάνισαν σημαντικά υψηλότερη ποικιλότητα ειδών γαιοσκωλήκων και παράλληλα εμφάνισαν και την υψηλότερη ισοκατανομή ($P < 0,05$) σε σύγκριση με τα μακί και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες, ενώ οι συμβατικοί ελαιώνες εμφάνισαν τη χαμηλότερη ποικιλότητα και ισοκατανομή των ατόμων στα είδη των γαιοσκωλήκων.

Πίνακας 12. Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της ποικιλότητας και ισοκατανομής των ατόμων στα είδη των γαιοσκωλήκων για τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί.

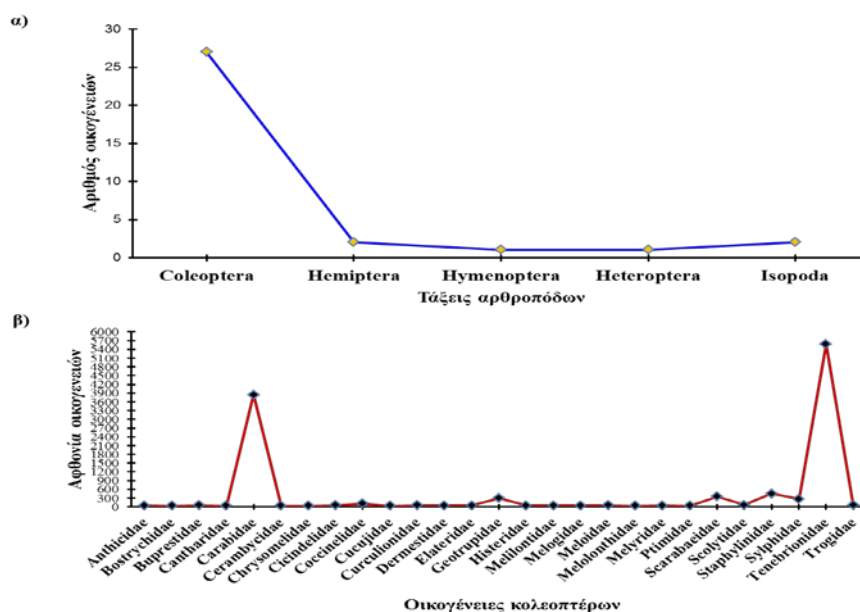
Δείκτες	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
Shannon-Weiner	2,03a*	0,88d	1,28c	1,70b
Simpson	6,71a	1,72d	2,34c	3,63b
Margalef	1,53a	0,75c	1,37b	1,16b
McIntosh	0,63a	0,25d	0,37c	0,51b
Brilluin	2,00a	0,84d	1,20c	1,61b
Q-στατιστική	25,45a	2,69c	4,59b	5,20b
Pielou (J)	0,92a	0,40d	0,58c	0,77b

*Τιμές των δεικτών ποικιλότητας στην ίδια γραμμή ακολουθούμενες από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.

4.1.6 Κολεόπτερα

4.1.6.1 Σύνθεση και αφθονία των οικογενειών κολεοπτέρων

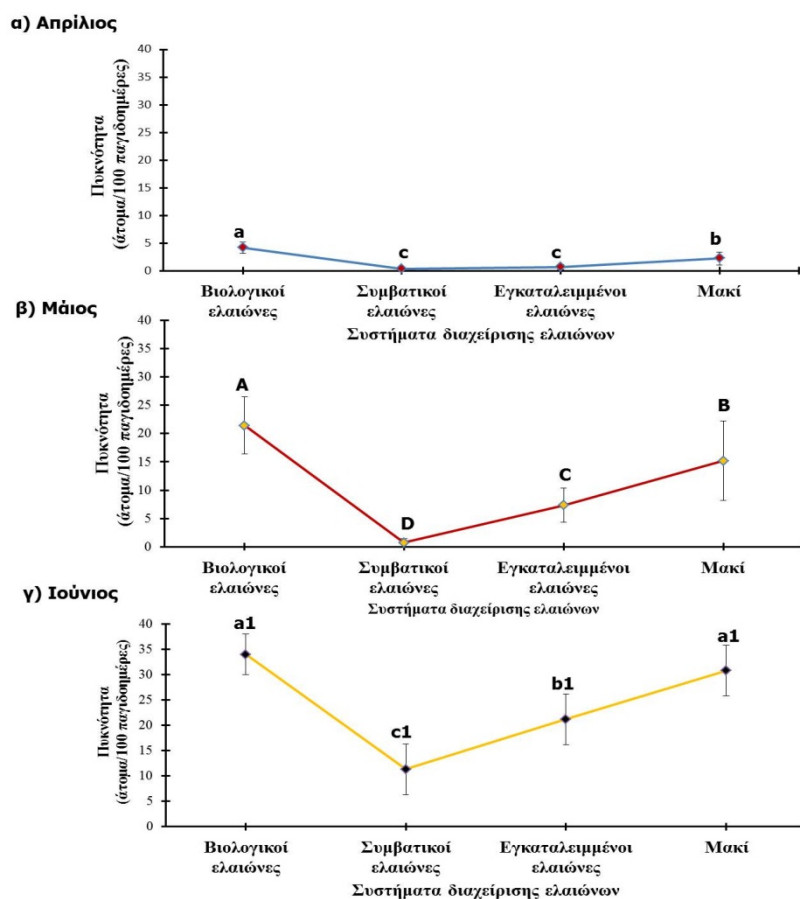
Από τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί της περιοχής έρευνας παγιδεύτηκαν στα πλαίσια των δειγματοληψιών (Απρίλιος, Μάιος και Ιούνιος) έντομα που ανήκουν συνολικά σε 5 τάξεις και 33 οικογένειες. Από τις 27 οικογένειες των κολεοπτέρων μελετήθηκαν αυτές των Carabidae και Tenebrionidae (Σχήμα 7).



Σχήμα 7. Κατανομή: α) του συνολικού αριθμού των οικογενειών των συλληφθέντων εντόμων σε τάξεις και β) της αφθονίας των εντόμων στις οικογένειες των κολεοπτέρων στο σύνολο των συστημάτων διαχείρισης ελαιώνων και των μακί στο σύνολο της δειγματοληπτικής περιόδου (Απρίλιος, Μάιος και Ιούνιος).

coriacheus (συμβατικοί ελαιώνες, μήνας δειγματοληψίας: Μάιος), *Carabus graecus* και *Calosoma sycophanta* (εγκαταλειμμένοι ελαιώνες, μήνας δειγματοληψίας: Μάιος), *C. korax* (μακί, μήνας δειγματοληψίας: Μάιος), *Amara aenae* (βιολογικοί ελαιώνες, μήνας δειγματοληψίας: Ιούνιος), *Carabus violaceus* (συμβατικοί ελαιώνες, μήνας δειγματοληψίας: Ιούνιος), *Brachinus crepitans* (εγκαταλειμμένοι ελαιώνες, μήνας δειγματοληψίας: Ιούνιος) και *Z. femoratus* (μακί, μήνας δειγματοληψίας: Ιούνιος).

Η ανάλυση παραλλακτικότητας επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ANOVA έδειξε σημαντική επίδραση του συστήματος διαχείρισης ($F=24,34$, $P<0,001$), του μήνα δειγματοληψίας ($F=119,76$, $P<0,001$) και της αλληλεπίδρασης του συστήματος διαχείρισης με το μήνα δειγματοληψίας ($F=10,12$, $P<0,001$) στην πυκνότητα (άτομα/100 παγιδοημέρες) των Carabidae.



Σχήμα 9. Η διακύμανση του μέσου όρου (\pm τυπική απόκλιση) της πυκνότητας (άτομα/100 παγιδοημέρες) των Carabidae στα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί τους μήνες: α) Απρίλιο, β) Μάιο και γ) Ιούνιο.

Η ανάλυση παραλλακτικότητας ANOVA έδειξε επίσης ότι υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί ως προς το μέσο όρο της πυκνότητας των Carabidae για κάθε μήνα συλλογής ($F=23,56$, $P<0,001$) (μήνας δειγματοληψίας: Απρίλιος), ($F=27,48$, $P<0,001$) (μήνας δειγματοληψίας: Μάιος), ($F_{3,236}=7,21$, $P<0,001$) (μήνας δειγματοληψίας: Ιούνιος) (Σχήμα 9). Η μέση πυκνότητα των Carabidae παρουσίασε την μέγιστη τιμή το μήνα Ιούνιο, ακολουθούμενη από το Μάιο και τέλος τον Απρίλιο για το σύνολο των συστημάτων διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί με μοναδική εξαίρεση τους συμβατικούς ελαιώνες (Σχήμα 9). Συγκεκριμένα, οι βιολογικοί ελαιώνες και τα μακί ήταν τα συστήματα όπου παρατηρήθηκαν οι μέγιστες τιμές της πυκνότητας των Carabidae, ενώ οι ελάχιστες τιμές εντοπίστηκαν στους συμβατικούς ελαιώνες (Σχήμα 9).

4.1.6.3 Ποικιλότητα των κολεοπτέρων της οικογένειας Carabidae

Οι βιολογικοί ελαιώνες και τα μακί βρέθηκε να υποστηρίζουν στατιστικώς σημαντικά ($P<0,05$) μεγαλύτερη τιμή ποικιλότητας ειδών Carabidae (δείκτες Shannon-Weiner, Simpson, Margalef, McIntosh, Brilluin και Q-στατιστική), ακολουθούμενοι από τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες, ενώ στατιστικώς μικρότερη τιμή ποικιλότητας παρουσίασαν οι συμβατικοί ελαιώνες και για τους τρεις μήνες δειγματοληψίας (Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο). Στον πίνακα 13 παρατηρείται ότι οι βιολογικοί ελαιώνες και τα μακί σημείωσαν στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερη τιμή ($P<0,05$) ομοιομορφίας κατανομής των ατόμων σε κάθε είδος, ενώ στα υπόλοιπα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων η ισοκατανομή των ειδών κυμάνθηκε σε χαμηλότερα επίπεδα, με την ελάχιστη τιμή να καταγράφεται στους συμβατικούς ελαιώνες.

Πίνακας 13. Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της ποικιλότητας και ισοκατανομής των ατόμων στα είδη των Carabidae για τα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί.

Δείκτες	Μήνας	Βιολογικοί ελαιώνες*	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
Shannon-Weiner	Απρίλιος	2,11a*	1,46b	1,69ab	2,11a
Simpson	Απρίλιος	7,91a	5,5b	5,66ab	7,28a
Margalef	Απρίλιος	2,07a	1,66b	1,95ab	2,68a
McIntosh	Απρίλιος	0,70a	0,70a	0,69a	0,70a
Brilluin	Απρίλιος	1,94a	1,07b	1,31ab	1,85ab
Q-στατιστική	Απρίλιος	3,55a	2,27b	2,48ab	3,52a

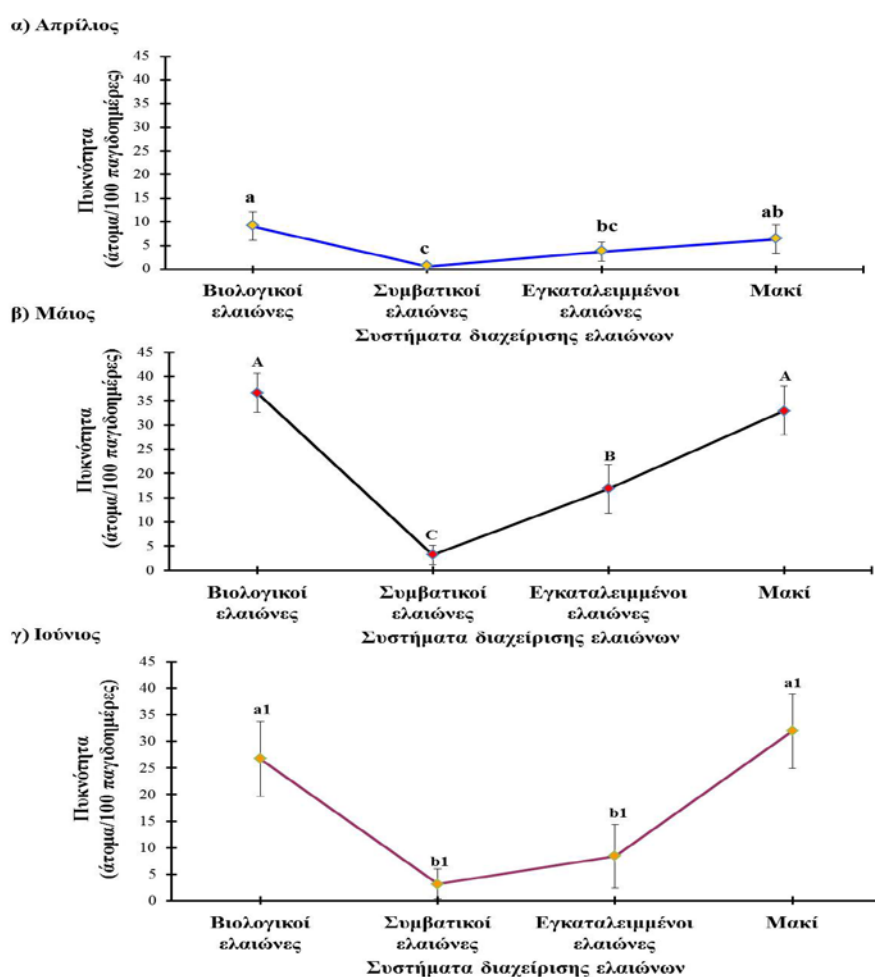
Pielou (J)	Απρίλιος	0,68a	0,47b	0,54ab	0,68a
Δείκτες	Μήνας	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
Shannon-Weiner	Μάιος	2,88a	1,57b	2,47a	2,72a
Simpson	Μάιος	17,07a	5,12d	9,10c	12,12b
Margalef	Μάιος	3,25a	1,64b	3,01a	3,19a
McIntosh	Μάιος	0,78a	0,66b	0,71a	0,74a
Brilluin	Μάιος	2,80a	1,27b	2,30a	2,61a
Q-στατιστική	Μάιος	13,88a	2,23c	8,19b	8,40b
Pielou (J)	Μάιος	0,93a	0,50d	0,79c	0,88b
Δείκτες	Μήνας	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
Shannon-Weiner	Ιούνιος	2,77a	1,96d	2,01c	2,42b
Simpson	Ιούνιος	13,56a	4,47d	6,00c	9,48b
Margalef	Ιούνιος	3,09a	1,76d	2,37c	2,98b
McIntosh	Ιούνιος	0,75a	0,54d	0,62c	0,70b
Brilluin	Ιούνιος	2,71a	1,79d	2,00b	2,35c
Q-στατιστική	Ιούνιος	7,57a	3,05d	4,24c	6,69b
Pielou (J)	Ιούνιος	0,89a	0,50d	0,65c	0,78b

*Τιμές των δεικτών ποικιλότητας στην ίδια γραμμή ακολουθούμενες από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.

4.1.6.4 Σύνθεση και πυκνότητα των κολεοπτέρων της οικογένειας Tenebrionidae

Στην περιοχή έρευνας συλλέχθηκαν συνολικά 22 είδη της οικογένειας Tenebrionidae. Αναλυτικότερα, τον μήνα Απρίλιο εντοπίστηκαν 10 είδη στους βιολογικούς ελαιώνες, 6 στους συμβατικούς, 7 στους εγκαταλειμμένους και 15 είδη στα μακί. Τον Μάιο καταγράφηκαν 22 είδη στους βιολογικούς ελαιώνες, 10 στους συμβατικούς, 20 στους εγκαταλειμμένους και 21 είδη στα μακί. Επίσης, τον Ιούνιο διαπιστώθηκαν 21 είδη στους βιολογικούς ελαιώνες, 11 στους συμβατικούς, 12 στους εγκαταλειμμένους και 19 είδη στα μακί (Παράρτημα VIII). Τα αφθονότερα είδη (με βάση το πλήθος των ατόμων) στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί τον μήνα Απρίλιο ήταν τα: *Pimelia subglobosa* (βιολογικοί ελαιώνες), *Blaps mucronata* (συμβατικοί και εγκαταλειμμένοι ελαιώνες) και *Graecopachys quandricollis* και *P. subglobosa* (μακί). Σχετικά με τα πιο άφθονα είδη που καταγράφηκαν τον μήνα Μάιο αυτά ήταν τα: *Zophosis punctata* (βιολογικοί ελαιώνες) και *P. subglobosa* (συμβατικοί και εγκαταλειμμένοι ελαιώνες και μακί). Επίσης τον μήνα Ιούνιο εντοπίστηκαν να αφθονούν τα ακόλουθα είδη: *Tentyria rotundata* (βιολογικοί ελαιώνες) και *P. subglobosa* (συμβατικοί και εγκαταλειμμένοι ελαιώνες και μακί).

Η ανάλυση παραλλακτικότητας επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ANOVA διέκρινε σημαντική επίδραση του συστήματος διαχείρισης ($F=32,09$, $P<0,001$), του μήνα δειγματοληψίας ($F=91,28$, $P<0,001$) και της αλληλεπίδρασης του συστήματος διαχείρισης με τον μήνα δειγματοληψίας ($F=10,79$, $P<0,001$) στην πυκνότητα των Tenebrionidae. Η ίδια ανάλυση έδειξε, επίσης, ότι υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί ως προς τον μέσο όρο της πυκνότητας των Tenebrionidae για κάθε μήνα δειγματοληψίας, ($F=10,04$, $P<0,001$, μήνας δειγματοληψίας: Απρίλιος), ($F=35,24$, $P<0,001$, μήνας δειγματοληψίας: Μάιος), ($F=8,79$, $P<0,001$, μήνας δειγματοληψίας: Ιούνιος) (Σχήμα 10).



Σχήμα 10. Διακύμανση του μέσου όρου (\pm τυπική απόκλιση) της πυκνότητας (άτομα/100 παγιδωμέρες) των Tenebrionidae στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί κατά τους μήνες: α) Απρίλιο, β) Μάιο και γ) Ιούνιο.

Αυξημένος μέσος όρος της πυκνότητας της οικογένειας Tenebrionidae παρατηρήθηκε τους μήνες Μάιο και Ιούνιο σε σχέση με τον μήνα Απρίλιο. Συγκεκριμένα, στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί καταγράφηκαν οι υψηλότερες τιμές του μέσου όρου της πυκνότητας των Tenebrionidae συγκριτικά με τους εγκαταλειμμένους και τους συμβατικούς ελαιώνες. Οι χαμηλότερες τιμές της πυκνότητας καταγράφηκαν στους συμβατικούς ελαιώνες ($P < 0,05$) (Σχήμα 10).

4.1.6.5 Ποικιλότητα ειδών της οικογένειας κολεοπτέρων Tenebrionidae

Η ποικιλότητα των ειδών της οικογένειας Tenebrionidae μελετήθηκε χρησιμοποιώντας τους δείκτες ποικιλότητας Shannon-Weiner, Simpson, Margalef, McIntosh, Brilluin και Q-στατιστικής (Πίνακας 14). Σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) παρατηρήθηκαν ως προς την ποικιλότητα ειδών Tenebrionidae μεταξύ των συστημάτων διαχείρισης των ελαιώνων και των μακί.

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι τον μήνα Απρίλιο οι υψηλότερες τιμές ποικιλότητας και ισοκατανομής των ειδών της οικογένειας Tenebrionidae σημειώθηκαν στα μακί, ακολουθούμενοι από τους βιολογικούς και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες, ενώ η χαμηλότερη τιμή ποικιλότητας και ισοκατανομής των ειδών σημειώθηκε στους συμβατικούς ελαιώνες.

Τον μήνα Μάιο όμως παρατηρήθηκε μεγαλύτερη ποικιλότητα και ισοκατανομή ειδών στους βιολογικούς ελαιώνες, έπονταν οι εγκαταλειμμένοι ελαιώνες και τα μακί, ενώ η χαμηλότερη ποικιλότητα και ισοκατανομή των ειδών παρατηρήθηκε στους συμβατικούς ελαιώνες.

Όσο αφορά στη δειγματοληψία του Ιουνίου, η υψηλότερη τιμή ποικιλότητας και ισοκατανομής των ειδών καταγράφηκε στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί σε σχέση με τους συμβατικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες όπου καταγράφηκε η χαμηλότερη τιμή ποικιλότητας και ισοκατανομής των ατόμων στα είδη των Tenebrionidae (Πίνακας 14).

Πίνακας 14. Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της ποικιλότητας και ισοκατανομής των ατόμων στα είδη των Tenebrionidae για τα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί.

Δείκτες	Μήνας	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
Shannon-Weiner	Απρίλιος	1,87b	1,59b	1,69b	2,31a*
Simpson	Απρίλιος	6,18b	4,31c	4,61c	7,91a
Margalef	Απρίλιος	1,86b	1,64c	1,32c	2,59a
McIntosh	Απρίλιος	0,75a	0,50c	0,58c	0,68b
Brilluin	Απρίλιος	1,79b	1,37c	1,57c	2,19a
Q-στατιστική	Απρίλιος	3,27b	2,74c	2,81c	5,77a
Pielou (J)	Απρίλιος	0,67b	0,54c	0,54c	0,74a
Δείκτες	Μήνας	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
Shannon-Weiner	Μάιος	2,88a	2,13d	2,55c	2,72b
Simpson	Μάιος	16,4a	8,14d	10,12c	11,95b
Margalef	Μάιος	3,10a	2,04b	2,60ab	2,97b
McIntosh	Μάιος	0,77a	0,71b	0,70b	0,72b
Brilluin	Μάιος	2,82a	1,94d	2,50c	2,68b
Q-στατιστική	Μάιος	14,69a	5,54c	5,45c	13,52b
Pielou (J)	Μάιος	0,93a	0,69d	0,82c	0,88b
Δείκτες	Μήνας	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
Shannon-Weiner	Ιούνιος	2,48a	1,5c	1,7c	2,29b
Simpson	Ιούνιος	9,38a	6,27c	5,34d	7,82b
Margalef	Ιούνιος	3,06a	2,17c	2,05c	2,68b
McIntosh	Ιούνιος	0,70a	0,53b	0,58b	0,69a
Brilluin	Ιούνιος	2,42a	1,86b	1,85b	2,14b
Q-στατιστική	Ιούνιος	5,39a	3,56b	3,81b	5,18a
Pielou (J)	Ιούνιος	0,80a	0,69b	0,66b	0,72a

*Τιμές των δεικτών ποικιλότητας στην ίδια γραμμή ακολουθούμενες από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.

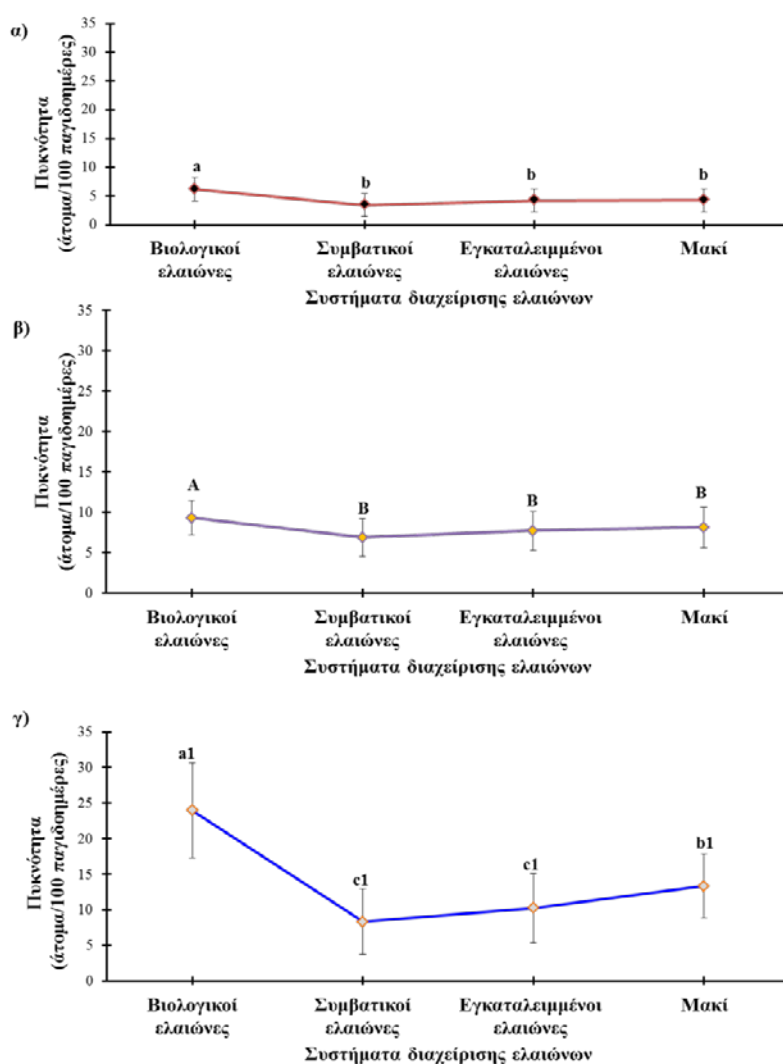
4.1.7 Ισόποδα

4.1.7.1 Σύνθεση και πυκνότητα των ισοπόδων

Στη σύνθεση της εντομοπανίδας των συστημάτων διαχείρισης ελαιώνων και των μακί της περιοχής έρευνας καταγράφηκαν 7 είδη ισοπόδων που ανήκουν σε τρεις οικογένειες (Armadillidiidae, Armadillidae, και Porcellionidae). Αναλυτικότερα, στα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων βρέθηκαν: 6 είδη ισοπόδων τον μήνα Απρίλιο και από 5 είδη τον μήνα Μάιο και Ιούνιο στους βιολογικούς ελαιώνες, 4 είδη τον μήνα Απρίλιο, 6 είδη τον μήνα Μάιο και 4 είδη τον μήνα Ιούνιο στους συμβατικούς ελαιώνες, 4 είδη τον μήνα Απρίλιο και από 6 είδη τον μήνα Μάιο και Ιούνιο στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες, 3 είδη τον μήνα Απρίλιο, 6 είδη τον μήνα Μάιο και 4 είδη τον μήνα Ιούνιο στα μακί (Παράρτημα ΙΧ). Το είδος ισοπόδου που παρατηρήθηκε να επικρατεί (με βάση το πλήθος των ατόμων) σε όλα τα συστήματα

διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί ήταν το *Armadillidium vulgare* και στους τρεις μήνες δειγματοληψίας.

Σύμφωνα με την ανάλυση παραλλακτικότητας επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ANOVA παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση του συστήματος διαχείρισης ($F=54,70$, $P<0,001$), του μήνα δειγματοληψίας ($F=224,50$, $P<0,001$) και της αλληλεπίδρασης του συστήματος διαχείρισης με τον μήνα δειγματοληψίας ($F=26,65$, $P<0,001$) στην πυκνότητα των ισοπόδων (άτομα/100 παγιδοημέρες). Παράλληλα, η ίδια ανάλυση έδειξε ότι υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση του μέσου όρου της πυκνότητας των ισοπόδων στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί για τους μήνες Απρίλιο ($F=3,58$, $P=0,01$), Μάιο ($F=4,76$, $P=0,02$) και Ιούνιο ($F=106,33$, $P<0,001$).



Σχήμα 11. Διακύμανση του μέσου όρου (\pm τυπική απόκλιση) της πυκνότητας (άτομα/100 παγιδοημέρες) των ισοπόδων στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί για τους μήνες: α) Απρίλιο, β) Μάιο και γ) Ιούνιο.

Η μέγιστη μέση πυκνότητας δραστηριότητας των ισοπόδων παρατηρήθηκε κατά τον μήνα Ιούνιο, ενώ η ελάχιστη κατά τον μήνα Απρίλιο στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί. Ειδικότερα τον μήνα Ιούνιο οι βιολογικοί ελαιώνες κατέγραψαν την υψηλότερη πυκνότητα των ισοπόδων, ενώ τη χαμηλότερη πυκνότητα οι συμβατικοί και οι εγκαταλειμμένοι ελαιώνες. Για τους μήνες Απρίλιο και Μάιο η μέγιστη μέση τιμή της πυκνότητας των ισοπόδων διαπιστώθηκε στους βιολογικούς ελαιώνες, ενώ η ελάχιστη μέση τιμή της πυκνότητας φιλοξενήθηκε στους συμβατικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί (Σχήμα 11).

4.1.7.2 Ποικιλότητα ισοπόδων

Τα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί της περιοχής έρευνας παρουσίασαν σημαντικές διαφορές ως προς την ποικιλότητα (δείκτες Shannon-Weiner, Simpson, Margalef, McIntosh, Brilluin και Q-στατιστικής) και την ισοκατανομή (δείκτης Pielou) των ατόμων στα είδη των ισοπόδων. Κατά τους μήνες Απρίλιο και Μάιο, οι βιολογικοί ελαιώνες παρουσίασαν την υψηλότερη ποικιλότητα και ισοκατανομή ειδών σε αντίθεση με τους συμβατικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί που παρουσίασαν τη χαμηλότερη ποικιλότητα και ισοκατανομή των ειδών ισοπόδων. Όσο αφορά στο μήνα Ιούνιο οι βιολογικοί ελαιώνες έδειξαν την υψηλότερη ποικιλότητα και ισοκατανομή των ειδών ισοπόδων, ακολουθούμενοι από τα μακί, ενώ τη χαμηλότερη ποικιλότητα και ισοκατανομή έδειξαν οι συμβατικοί και οι εγκαταλειμμένοι ελαιώνες (Πίνακας 15).

Πίνακας 15. Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της ποικιλότητας και ισοκατανομής των ισοπόδων για τα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

Δείκτες	Μήνας	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
Shannon-Weiner	Απρίλιος	1,26a*	0,96b	0,77b	0,75b
Simpson	Απρίλιος	2,33a	1,83b	1,75b	1,73b
Margalef	Απρίλιος	0,99a	0,67b	0,64b	0,63b
McIntosh	Απρίλιος	0,48a	0,28b	0,27b	0,28b
Brilluin	Απρίλιος	1,00a	0,81b	0,73b	0,72b
Q-στατιστική	Απρίλιος	1,74a	0,91b	1,17b	1,13b
Pielou (J)	Απρίλιος	0,65a	0,50b	0,40b	0,48b
Δείκτες	Μήνας	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
Shannon-Weiner	Μάιος	0,82a	0,62b	0,69b	0,68b
Simpson	Μάιος	1,59a	1,46b	1,26b	1,29b
Margalef	Μάιος	0,97a	0,84b	0,85b	0,85b
McIntosh	Μάιος	0,28a	0,18b	0,12b	0,13b

Brilluin	Μάιος	0,68a	0,48b	0,45b	0,46b
Q-στατιστική	Μάιος	2,91a	1,70b	1,63b	1,92b
Pielou (J)	Μάιος	0,57a	0,37b	0,25b	0,25b
Δείκτες	Μήνας	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
Shannon-Weiner	Ιούνιος	0,92a	0,59c	0,69c	0,78b
Simpson	Ιούνιος	1,87a	1,25c	1,31c	1,59b
Margalef	Ιούνιος	0,96a	0,56c	0,70c	0,72b
McIntosh	Ιούνιος	0,31a	0,11c	0,13c	0,23b
Brilluin	Ιούνιος	0,69a	0,47c	0,48c	0,57b
Q-στατιστική	Ιούνιος	1,17a	0,59c	0,64c	0,81b
Pielou (J)	Ιούνιος	0,67a	0,25c	0,26c	0,35b

*Τιμές των δεικτών ποικιλότητας στην ίδια γραμμή ακολουθούμενες από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.

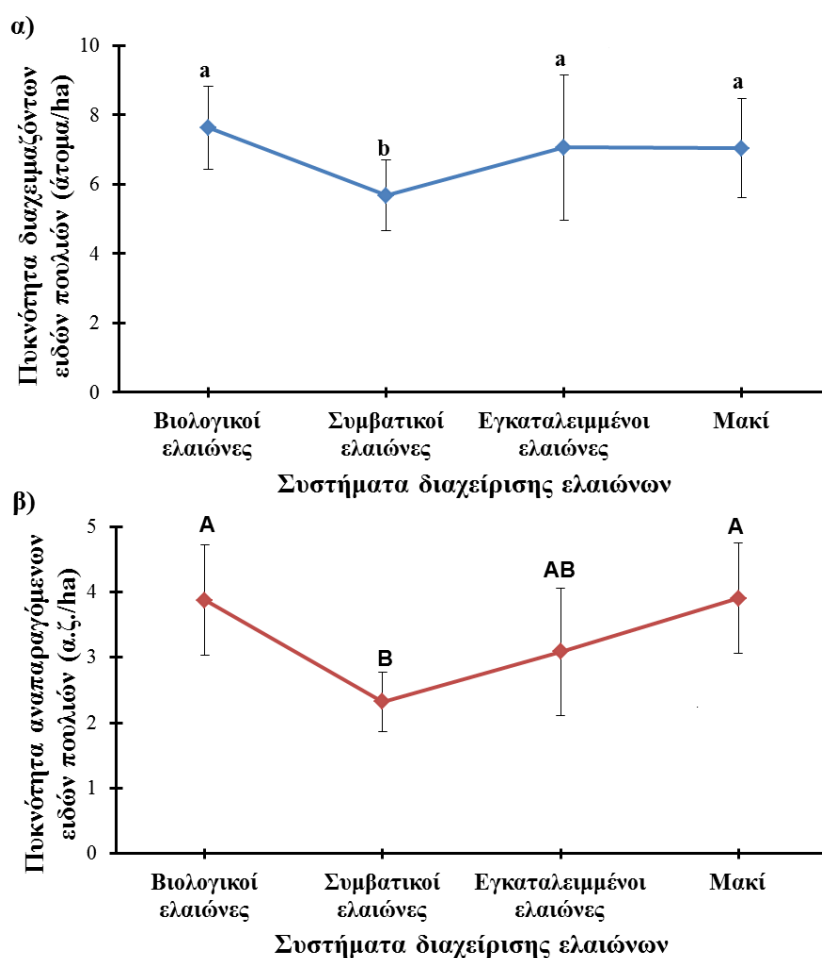
4.1.8 Ορνιθοπανίδα

4.1.8.1 Σύνθεση και πυκνότητα της διαχειμάζουσας και αναπαραγόμενης ορνιθοπανίδας

Στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων (βιολογικοί, συμβατικοί, εγκαταλειμμένοι) και τα μακί που μελετήθηκαν εντοπίστηκαν 35 είδη διαχειμαζόντων πουλιών που ανήκουν σε 14 οικογένειες. Τον μεγαλύτερο αριθμό διαχειμαζόντων ειδών παρουσίασαν τα μακί (31), ακολούθησαν οι βιολογικοί ελαιώνες (29), ενώ το χαμηλότερο αριθμό διαχειμαζόντων ειδών παρουσίασαν οι συμβατικοί (25) και οι εγκαταλειμμένοι ελαιώνες (24) (Παράρτημα X). Με βάση την πυκνότητα (άτομα/ha), τα διαχειμάζοντα είδη πουλιών που κυριαρχούσαν (με βάση το πλήθος των ατόμων) στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί ήταν τα εξής: *Fringilla coelebs* στους βιολογικούς και συμβατικούς ελαιώνες, *Erithacus rubecula* στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες, και *E. rubecula* και *Turdus merula* στα μακί.

Όσο αφορά στα αναπαραγόμενα είδη πουλιών, καταγράφηκαν συνολικά στην περιοχή μελέτης 36 είδη που κατατάσσονται σε 15 οικογένειες (Παράρτημα XI). Συγκεκριμένα, τα μακί (33) και οι βιολογικοί ελαιώνες (31) έδειξαν τον υψηλότερο αριθμό αναπαραγόμενων ειδών πουλιών, έπονταν οι εγκαταλειμμένοι ελαιώνες (28), ενώ ο χαμηλότερος αριθμός αναπαραγόμενων ειδών πουλιών καταγράφηκε στους συμβατικούς ελαιώνες (21). Με βάση την πυκνότητα των αναπαραγόμενων ειδών (α.ζ./ha) το είδος *Fringilla coelebs* βρέθηκε να υπερτερεί (με βάση το πλήθος των ατόμων) στους βιολογικούς και τους συμβατικούς ελαιώνες, ενώ το *Sylvia melanocephala* στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί.

Η μέση πυκνότητα των διαχειμαζόντων (άτομα/ha) ($F=3,09$, $P=0,03$) και των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών (α.ζ./ha) ($F=8,81$, $P<0,001$) παρατηρήθηκε να διαφοροποιείται σημαντικά μεταξύ των συστημάτων διαχείρισης των ελαιώνων και των μακί. Την υψηλότερη μέση πυκνότητα διαχειμαζόντων και αναπαραγόμενων ειδών πουλιών παρουσίασαν οι βιολογικοί ελαιώνες και τα μακί, ακολουθούμενοι χωρίς διαφορές από τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες, ενώ τη χαμηλότερη παρουσίασαν οι συμβατικοί ελαιώνες (Σχήμα 12).



Σχήμα 12. Μέσος όρος (\pm τυπικό απόκλιση): α) της πυκνότητας των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών (άτομα/ha) και β) των αναπαραγόμενων ζευγαριών (α.ζ./ha) στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

4.1.8.2 Ποικιλότητα διαχειμαζόντων και αναπαραγόμενων ειδών πουλιών

Η ποικιλότητα (δείκτες Shannon-Weiner, Simpson, Margalef, McIntosh, Brilluin και Q-στατιστικής) και η ισοκατανομή (δείκτης Pielou) των διαχειμαζόντων και των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών παρουσιάζεται στους πίνακες 16 και 17, αντίστοιχα. Η ποικιλότητα και η ισοκατανομή των διαχειμαζόντων και των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών διαπιστώθηκε να διαφοροποιείται σημαντικά ($P < 0,05$) μεταξύ των συστημάτων διαχείρισης των ελαιώνων και των μακί. Συγκεκριμένα, οι βιολογικοί και οι εγκαταλειμμένοι ελαιώνες και τα μακί εμφάνισαν την υψηλότερη τιμή ποικιλότητας και ισοκατανομής, ενώ οι συμβατικοί ελαιώνες τη χαμηλότερη. Αναφορικά με την ποικιλότητα και την ισοκατανομή των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών, η μέγιστη τιμή παρατηρήθηκε στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί, ενώ η ελάχιστη τιμή στους συμβατικούς ελαιώνες.

Πίνακας 16. Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της ποικιλότητας και ισοκατανομής της πυκνότητας των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών για τα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

Δείκτες	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
Shannon-Weiner	2,54a*	2,31b	2,5a	2,59a
Simpson	10,02a	6,82b	9,51a	10,44a
Margalef	4,11a	3,48b	3,58a	4,49a
McIntosh	0,69a	0,63b	0,7a	0,71a
Brilluin	2,48a	2,25b	2,44a	2,52a
Q-στατιστική	5,53a	3,96b	5,34a	6,38a
Pielou (J)	0,71a	0,64b	0,69a	0,72a

*Τιμές των δεικτών ποικιλότητας στην ίδια γραμμή ακολουθούμενες από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.

Πίνακας 17. Δείκτες ποσοτικής έκφρασης της ποικιλότητας και ισοκατανομής των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών για τα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

Δείκτες	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
Shannon-Weiner	2,87a*	2,33c	2,7b	2,86a
Simpson	12,36a	6,73c	9,12b	11,63a
Margalef	5,86a	3,64c	4,71b	5,27a
McIntosh	0,74a	0,65b	0,7a	0,72a
Brilluin	2,75a	2,19c	2,54b	2,73a
Q-στατιστική	12,76a	5,57c	10,2b	10b
Pielou (J)	0,83a	0,65c	0,75b	0,82a

*Τιμές των δεικτών ποικιλότητας στην ίδια γραμμή ακολουθούμενες από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.

4.2 Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα (GLM) των συνθετικών της βιοποικιλότητας

4.2.1 Ποώδη φυτά κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο

Τα Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα (GLM) που προέκυψαν από την επεξεργασία των δεδομένων για τον πλούτο ειδών των ποωδών φυτών σε κάθε σύστημα διαχείρισης ελαιώνων και μακί, ξεχωριστά για τις δύο εποχές δειγματοληψίας, παρουσίασαν από καλή έως άριστη ικανότητα «ερμηνείας» της εξαρτημένης μεταβλητής (πλούτος ποωδών φυτών) (με βάση το $\text{adj. } R^2$). Πιο αναλυτικά, τα μοντέλα για κάθε σύστημα διαχείρισης ελαιώνων και μακί για τις δύο εποχές δειγματοληψίας των ποωδών φυτών παρουσιάζονται παρακάτω:

α) Χειμερινή περίοδος

•Βιολογικοί ελαιώνες

Το Γενικευμένο Γραμμικό Μοντέλο περιλαμβάνει τρεις μεταβλητές (δείκτης ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών, έκταση χωραφιού και εφαρμογή κοπριάς) και ερμηνεύει το 77% της συνολικής διακύμανσης του πλούτου ειδών ποωδών φυτών ($F=11,23, P<0,05$). Το μοντέλο δείχνει ότι ο πλούτος των ποωδών φυτών αυξάνεται καθώς αυξάνεται ο δείκτης ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών, η έκταση του χωραφιού και η εφαρμογή κοπριάς στους βιολογικούς ελαιώνες (Πίνακας 18).

•Συμβατικοί ελαιώνες

Το μοντέλο περιέχει τέσσερις μεταβλητές (δείκτης ποικιλότητας Shannon ποωδών φυτών, ολικό N εδάφους και ανόργανη λίπανση K) και επεξηγεί το 85% της συνολικής διακύμανσης του πλούτου των ποωδών φυτών ($F=19,11, P<0,05$). Ο πλούτος των ποωδών φυτών αυξάνεται με την αύξηση του δείκτη ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών, το ολικό N εδάφους και μειώνεται με την αύξηση της εφαρμογής ανόργανης λίπανσης καλίου στους συμβατικούς ελαιώνες (Πίνακας 18).

•Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες

Το συγκεκριμένο μοντέλο επεξηγεί το 71% της συνολικής διακύμανσης του πλούτου των ποωδών φυτικών ειδών ($F=20,64, P<0,05$) και εμπεριέχει μια μεταβλητή (δείκτης ποικιλότητας Shannon ποωδών φυτών). Έτσι, ο πλούτος των ποωδών φυτών αυξάνεται καθώς αυξάνεται ο δείκτης ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες (Πίνακας 18).

- Μακί

Το Γενικευμένο Γραμμικό Μοντέλο που παρουσιάζεται στον πίνακα 18 αποτελείται από μια μεταβλητή (δείκτης ποικιλότητας Shannon ποωδών φυτών) και ερμηνεύει το 68% της συνολικής διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής ($F=30,57$, $P<0,05$). Το μοντέλο επισημαίνει ότι ο πλούτος των ποωδών φυτών αυξάνεται καθώς αυξάνεται ο δείκτης ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών στα μακί.

β) Εαρινή περίοδος

- Βιολογικοί ελαιώνες

Το Γενικευμένο Γραμμικό Μοντέλο απαρτίζεται από έξι μεταβλητές (κάλυψη και δείκτης ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών, έκταση χωραφιού, οργανική ουσία εδάφους, ανόργανη λίπανση K-Mg και εφαρμογή κοπριάς) και επεξηγεί 77% της διακύμανσης του πλούτου των ποωδών φυτών ($F=6,03$, $P<0,05$). Ειδικότερα, το μοντέλο δείχνει ότι ο πλούτος των ποωδών φυτών αυξάνεται με την αύξηση της κάλυψης και του δείκτη ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών, της έκτασης του χωραφιού, της οργανικής ουσίας του εδάφους, της εφαρμογής ανόργανης λίπανσης K-Mg και κοπριάς στους βιολογικούς ελαιώνες (Πίνακας 18).

- Συμβατικοί ελαιώνες

Στον πίνακα 18 παρουσιάζεται το μοντέλο το οποίο συγκροτείται από μια μεταβλητή (ανόργανη λίπανση N) και ερμηνεύει το 45% της διακύμανσης του πλούτου των φυτικών ειδών ($F=8,54$, $P<0,05$). Αναλυτικότερα, ο πλούτος των ποωδών φυτών αυξάνεται με την αύξηση της εφαρμογής ανόργανης λίπανσης N στους συμβατικούς ελαιώνες.

- Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες

Το μοντέλο για τον πλούτο των ποωδών φυτών συντίθενται από μια μεταβλητή (δείκτης ποικιλότητας Shannon ποωδών φυτών) και αποδίδει το 69% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής (πλούτος ποωδών φυτών) ($F=21,29$, $P<0,05$). Το μοντέλο δείχνει ότι ο πλούτος των φυτικών ειδών αυξάνεται καθώς αυξάνει ο δείκτης ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες (Πίνακας 18).

•Μακί

Το μοντέλο που προέκυψε από την επεξεργασία των δεδομένων περιλαμβάνει δυο μεταβλητές (δείκτης ποικιλότητας Shannon ποωδών φυτών και P εδάφους) και ερμηνεύει το 54% της συνολικής διακύμανσης του πλούτου των φυτικών ειδών ($F=6,48$, $P<0,05$). Συνεπώς, ο πλούτος των ποωδών φυτών αυξάνεται καθώς αυξάνει ο δείκτης ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών και ο P του εδάφους στα μακί (Πίνακας 18).

Πίνακας 18. Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα του πλούτου των χειμερινών και εαρινών ποωδών φυτών σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

Σύστημα διαχείρισης	Εποχή	F	df	Adj. R ²	Likelihood Ratio χ^2	AIC*	P	Μοντέλο (Εξίσωση)**
Βιολογικοί	Χειμώνας	11,23	3	0,77	18,89	40,40	0,00	1,64+16,45(ΔΠΣ) + 0,01(ΕΧ) + 2,08(ΚΟΠ)
Συμβατικοί	Χειμώνας	19,11	3	0,85	23,56	19,57	0,00	11,11 + 3,95(ΔΠΣ)+13,17(N)-0,01(ΑΛΚ)+1,17
Εγκαταλειμμένοι	Χειμώνας	23,17	1	0,71	13,60	31,28	0,00	17,39(ΔΠΣ)
Μακί	Χειμώνας	20,73	1	0,68	12,78	42,72	0,00	11,87+11,02(ΔΠΣ)
Βιολογικοί	Άνοιξη	6,03	6	0,77	25,70	41,34	0,04	115,79+0,72(ΚΑΛ)+26,02(ΔΠΣ)+0,05(ΕΧ)+1,21(ΟΡΓ) +0,04(ΑΛΚ-Mg)+0,31(ΚΟΠ)
Συμβατικοί	Άνοιξη	8,54	1	0,45	7,26	56,02	0,01	57,70+4,30(ΑΛΝ)
Εγκαταλειμμένοι	Άνοιξη	21,29	1	0,69	12,97	42,62	0,00	115,72+54,50(ΔΠΣ)
Μακί	Άνοιξη	6,48	2	0,54	10,48	35,91	0,02	31,42+21,07(ΔΠΣ) + 0,49(P)

Επεξήγηση συντομύσεων: *AIC (Akaike κριτήριο πληροφορίας), **ΔΠΣ: Δείκτης ποικιλότητας Shannon, ΕΧ: Έκταση Χωραφιού, ΚΟΠ: Εφαρμογή κοπριάς, Ν: Ολικό Άζωτο εδάφους, ΑΛΚ: Ανόργανη Λίπανση Καλίου, ΑΛΝ: Ανόργανη Λίπανση Αζώτου, ΚΑΛ: Κάλυψη ποωδών φυτών, ΟΡΓ: Οργανική ουσία, ΑΛΚ-Mg: Ανόργανη Λίπανση Κ-Mg, Ρ: Φώσφορος.

4.2.2 Ξυλώδη φυτά

Τα Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα που δημιουργήθηκαν κατά την επεξεργασία των δεδομένων για τον πλούτο των ξυλωδών φυτών σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί (Πίνακας 19) είχαν πολύ καλή ικανότητα "ερμηνείας" της εξαρτημένης μεταβλητής (πλούτος ξυλωδών φυτών) (με βάση το $\text{adj. } R^2$). Τα μοντέλα αυτά περιλαμβάνουν μία έως δύο ανεξάρτητες μεταβλητές και ερμηνεύουν από 46 έως 74% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής (με βάση το $\text{adj. } R^2$). Αναλυτικότερα, στους βιολογικούς ελαιώνες το μοντέλο απαρτίζεται από δύο μεταβλητές (οργανική ουσία εδάφους και δείκτης ποικιλότητας Shannon ξυλωδών φυτών) και αποδίδει το 73% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής (πλούτος ξυλωδών φυτών) ($F=13,23$, $P<0,05$). Ειδικότερα, ο πλούτος των ξυλωδών φυτών αυξάνεται με την αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους και του δείκτη ποικιλότητας Shannon των ξυλωδών φυτών στους βιολογικούς ελαιώνες (Πίνακας 19).

Το αντίστοιχο μοντέλο για τον πλούτο των ξυλωδών φυτών στους συμβατικούς ελαιώνες περιλαμβάνει δύο μεταβλητές (δείκτης ποικιλότητας Shannon ξυλωδών φυτών και C/N) και επεξηγεί το 78% της συνολικής διακύμανσης του πλούτου των ξυλωδών φυτών ($F=13,70$, $P<0,05$). Το μοντέλο εκφράζει ότι ο πλούτος των ξυλωδών φυτών αυξάνεται καθώς αυξάνεται ο δείκτης ποικιλότητας Shannon των ξυλωδών φυτών και το C/N του εδάφους στους συμβατικούς ελαιώνες.

Σε ότι αφορά στον πλούτο των ξυλωδών φυτών στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες το μοντέλο που κατασκευάστηκε περιέχει μία μεταβλητή (πυκνότητα των ξυλωδών φυτών) και ερμηνεύει το 52% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής (πλούτος ξυλωδών φυτών) ($F=8,65$, $P<0,05$). Επομένως, ο πλούτος των ξυλωδών φυτών αυξάνεται καθώς αυξάνεται η πυκνότητα των ξυλωδών φυτών στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες.

Επίσης, το μοντέλο για τον πλούτο των ξυλωδών φυτών στα μακί αποτελείται από δύο μεταβλητές (πυκνότητα και φυτοκάλυψη των ξυλωδών φυτών) που αποδίδουν το 65% της συνολικής διακύμανσης του πλούτου των ξυλωδών φυτών ($F=6,51$, $P<0,05$). Ο πλούτος των ξυλωδών φυτών αυξάνεται καθώς αυξάνεται η πυκνότητα των ξυλωδών φυτών, ενώ μειώνεται με την αύξηση της φυτοκάλυψης των ξυλωδών φυτών στα μακί.

Πίνακας 19. Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα του πλούτου των ξυλωδών φυτών σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

Σύστημα διαχείρισης ελαιώνων	F	df	Adj. R ²	Likelihood Ratio χ^2	AIC*	P	Μοντέλο (Εξίσωση)**
Βιολογικοί	13,23	2	0,73	15,64	25,45	0,00	2,53+0,02(OPΓ)+11,06(ΔΠΣ)
Συμβατικοί	13,70	2	0,74	15,92	31,48	0,00	4,47+9,20(ΔΠΣ)+0,08(C/N)
Εγκαταλειμμένοι	8,65	1	0,46	7,33	29,59	0,01	5,59+1,12(ΠΞ)
Μακί	6,51	2	0,55	10,51	38,36	0,02	12,10+5,93(ΠΞ)-0,89(ΦΚ)

Επεξήγηση συντημήσεων: *AIC (Akaike κριτήριο πληροφορίας), **OPΓ: Οργανική ουσία, ΔΠΣ: Δείκτης ποικιλότητας Shannon, ΠΞ: Πυκνότητα ξυλωδών φυτών, ΦΚ: Φυτοκάλυψη ξυλωδών φυτών, C/N:αναλογία άνθρακα/αζώτου.

4.2.3 Γαιοσκώληκες

Τα Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα που προέκυψαν για τον πλούτο των ειδών των γαιοσκωλήκων σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί, ξεχωριστά, παρουσίασαν καλή έως άριστη ικανότητα «ερμηνείας» της εξαρτημένης μεταβλητής (πλούτος ειδών γαιοσκωλήκων) (με βάση το adj. R²). Τα μοντέλα αυτά αποτελούνται από δύο έως πέντε ανεξάρτητες μεταβλητές και ερμηνεύουν από 52 έως 96% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής (Πίνακας 20).

Στο βιολογικό σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων, οι μεταβλητές κλίση, υγρασία και οργανική ουσία εδάφους, και κάλυψη ποωδών φυτών αποτελούν τέσσερις μεταβλητές οι οποίες συγκροτούν το Γενικευμένο Γραμμικό Μοντέλο για τον πλούτο των ειδών γαιοσκωλήκων. Το συγκεκριμένο μοντέλο αποδίδει το 96% της συνολικής διακύμανσης του πλούτου των ειδών των γαιοσκωλήκων ($F=64,33$, $P<0,05$) και δείχνει ότι ο πλούτος ειδών αυξάνεται καθώς μειώνεται η κλίση του εδάφους, όπως επίσης αυξάνεται καθώς αυξάνεται η υγρασία του εδάφους, η κάλυψη των ποωδών φυτών και η οργανική ουσία του εδάφους στους βιολογικούς ελαιώνες (Πίνακας 20).

Τέσσερις μεταβλητές (ανόργανη λίπανση N, ανόργανη λίπανση K, θερμοκρασία εδάφους και έκταση χωραφιού) εμπεριέχονται στο μοντέλο του πλούτου των ειδών γαιοσκωλήκων όσο αφορά στους συμβατικούς ελαιώνες. Το μοντέλο επεξηγεί το 91% της διακύμανσης του πλούτου ειδών των γαιοσκωλήκων ($F=25,79$, $P<0,05$). Ο πλούτος ειδών των γαιοσκωλήκων μειώνεται καθώς αυξάνεται η ανόργανη λίπανση N και K, η θερμοκρασία του εδάφους και η έκταση του χωραφιού στους συμβατικούς ελαιώνες (Πίνακας 20).

Σχετικά με τον πλούτο ειδών των γαιοσκωλήκων στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες, το μοντέλο που δημιουργήθηκε εμπεριέχει δύο μεταβλητές (θερμοκρασία αέρα και κλίση εδάφους) και ερμηνεύει το 55% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής ($F=6,69$, $P<0,05$). Αναλυτικότερα, ο πλούτος ειδών γαιοσκωλήκων αυξάνεται καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία αέρα και μειώνεται καθώς αυξάνεται η κλίση του εδάφους στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες (Πίνακας 20).

Το αντίστοιχο μοντέλο για τον πλούτο ειδών γαιοσκωλήκων στα μακί περιλαμβάνει δυο μεταβλητές (υγρασία και οργανική ουσία εδάφους) και αποδίδει το 52% της συνολικής διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής ($F=5,92$, $P<0,05$). Το μοντέλο επισημαίνει ότι ο πλούτος ειδών γαιοσκωλήκων αυξάνεται με την αύξηση της υγρασίας και της οργανικής ουσίας του εδάφους στα μακί (Πίνακας 20).

Πίνακας 20. Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα του πλούτου ειδών των γαιοσκωλήκων σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

Σύστημα διαχείρισης ελαιώνων	F	df	Adj. R ²	Likelihood Ratio χ^2	AIC*	P	Μοντέλο (Εξίσωση)**
Βιολογικοί	64,33	4	0,96	39,60	13,49	0,00	$4,87-(0,01K)+0,04(YE)+0,05(KΠ)+0,22(OO)$
Συμβατικοί	25,79	4	0,91	30,74	11,54	0,00	$16,96-0,5(AAN)-0,7(AAK)-0,60(ΘΕ)-0,1(EX)$
Εγκαταλειμμένοι	6,69	2	0,55	10,69	30,93	0,02	$3,88+0,58(ΘΑ)-0,08(K)$
Μακί	5,92	2	0,52	9,90	34,17	0,03	$3,27+0,30(YE)+0,62(OO)$

Επεξήγηση συντηρήσεων: *AIC (Akaike κριτήριο πληροφορίας), **K: Κλίση εδάφους, YE: Υγρασία εδάφους, KΠ: Κάλυψη ποωδών φυτών, OO: Οργανική ουσία εδάφους, AAN: Ανόργανη λίπανση N, AAK: Ανόργανη λίπανση K, ΘΕ: Θερμοκρασία εδάφους, EX: Έκταση χωραφιού, ΘΑ: Θερμοκρασία αέρα.

4.2.4 Κολεόπτερα της οικογένειας Carabidae

Από την επεξεργασία των δεδομένων προέκυψαν τα Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα του πλούτου ειδών των Carabidae για κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί. Τα μοντέλα παρουσίασαν πολύ καλή ικανότητα «ερμηνείας» της εξαρτημένης μεταβλητής (πλούτος ειδών Carabidae) (με βάση το adj. R²) (Πίνακας 21). Το μοντέλο για κάθε σύστημα διαχείρισης ελαιώνων και μακί παρουσιάζεται παρακάτω:

- Βιολογικοί ελαιώνες

Το μοντέλο που προέκυψε για τον πλούτο ειδών των Carabidae στους βιολογικούς ελαιώνες αποτελείται από τέσσερις μεταβλητές (φυτοκάλυψη ξυλωδών φυτών, οργανική ουσία εδάφους, εφαρμογή κοπριάς και πλούτος ποωδών φυτών). Το μοντέλο ερμηνεύει

το 65% της συνολικής διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής ($F=5,24$, $P<0,05$) και δείχνει ότι ο πλούτος ειδών των Carabidae αυξάνεται με την αύξηση της φυτοκάλυψης των ξυλωδών φυτών, της οργανικής ουσίας του εδάφους, της κοπριάς και του πλούτου των ποωδών φυτών στους βιολογικούς ελαιώνες (Πίνακας 21).

- Συμβατικοί ελαιώνες

Στους συμβατικούς ελαιώνες το μοντέλο που ανέκυψε για τον πλούτο ειδών των Carabidae, συγκροτείται από δυο μεταβλητές (ανόργανη λίπανση K και ανόργανη λίπανση N) και αποδίδει 75% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής ($F=15,20$, $P<0,05$). Συγκεκριμένα, ο πλούτος ειδών των Carabidae μειώνεται καθώς αυξάνεται η εφαρμογή ανόργανης λίπανσης N και ανόργανης λίπανση K στους συμβατικούς ελαιώνες (Πίνακας 21).

- Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες

Το Γενικευμένο Γραμμικό Μοντέλο του πλούτου ειδών των Carabidae συντίθενται από δύο μεταβλητές (κάλυψη ποωδών φυτών και θερμοκρασία αέρα) και επεξηγεί το 73% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής (πλούτος ειδών Carabidae) ($F=35,20$, $P<0,05$). Το μοντέλο επιδεικνύει ότι ο πλούτος ειδών των Carabidae αυξάνεται καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία του αέρα και η κάλυψη των ποωδών φυτών στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες (Πίνακας 21).

- Μακί

Δυο μεταβλητές (pH του εδάφους και φυτοκάλυψη ξυλωδών φυτών) συντελούν στη κατασκευή του μοντέλου για τον πλούτο ειδών των Carabidae ($F=9,22$, $P<0,05$). Το μοντέλο ερμηνεύει 52% της διακύμανσης του πλούτου ειδών των Carabidae και δείχνει ότι ο πλούτος ειδών αυξάνεται με την αύξηση του pH του εδάφους και της φυτοκάλυψης των ξυλωδών φυτών στα μακί (Πίνακας 21).

Πίνακας 21. Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα του πλούτου των ειδών των Carabidae σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

Σύστημα διαχείρισης ελαιώνων	F	df	Adj.R ²	Likelihood Ratio χ^2	AIC*	P	Μοντέλο (Εξίσωση)**
Βιολογικοί	5,24	4	0,65	16,48	34,88	0,04	7,15+0,28(ΦΞ)+0,99(ΟΡΓ)
Συμβατικοί	15,2	2	0,75	16,75	18,81	0,00	11,92-0,97(ΑΛΝ)- 0,13(ΑΡΛΚ)
Εγκαταλειμμένοι	35,2	2	0,73	14,25	39,94	0,03	4,9+0,65(ΚΠ)+0,48(ΘΑ)
Μακί	9,22	2	0,52	7,50	40,21	0,01	13,73+2,55(pH)+0,07(ΦΞ)

Επεξήγηση συντιμήσεων: *AIC (Akaike κριτήριο πληροφορίας), **ΦΞ: Φυτοκάλυψη ξυλωδών φυτών, ΟΡΓ: Οργανική ουσία, ΚΟΠ: Κοπριά, ΠΛΠ: Πλούτος ποωδών φυτών, ΑΛΝ: Ανόργανη λίπανση N, ΑΛΚ: Ανόργανη λίπανση K, ΚΠ:Κάλυψη ποωδών φυτών, ΘΑ: Θερμοκρασία αέρα, pH: pH του εδάφους.

4.2.5 Κολεόπτερα της οικογένειας Tenebrionidae

Στον πίνακα 22 παρουσιάζονται τα Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα του πλούτου ειδών των Tenebrionidae για κάθε σύστημα διαχείρισης ελαιώνων και μακί. Τα μοντέλα που προέκυψαν παρουσίασαν πολύ καλή ικανότητα «ερμηνείας» του πλούτου ειδών των Tenebrionidae (με βάση το adj. R^2) (Πίνακας 22).

- Βιολογικοί ελαιώνες

Τρεις μεταβλητές συγκροτούν το μοντέλο για τον πλούτο ειδών των Tenebrionidae (εφαρμογή κοπριάς, πλούτος ποωδών φυτών και ύψος ξυλωδών φυτών). Το μοντέλο ερμηνεύει το 83% της συνολικής διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής ($F=48,18$, $P<0,05$) και υποδεικνύει την αύξηση του πλούτου ειδών των Tenebrionidae με την αύξηση της εφαρμογής κοπριάς, του πλούτου των ποωδών φυτών και του ύψους των ξυλωδών φυτών στους βιολογικούς ελαιώνες (Πίνακας 22).

- Συμβατικοί ελαιώνες

Οι μεταβλητές, κάλυψη των ποωδών φυτών και η εφαρμογή ζιζανιοκτόνου, συνετέλεσαν στη δημιουργία του Γενικευμένου Γραμμικού Μοντέλου του πλούτου ειδών των Tenebrionidae στους συμβατικούς ελαιώνες. Το μοντέλο που προέκυψε επεξηγεί 78% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής ($F=12,40$, $P<0,05$). Ο πλούτος ειδών των Tenebrionidae αυξάνεται με την αύξηση της κάλυψης των ποωδών φυτών και μειώνεται με την αύξηση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου στους συμβατικούς ελαιώνες (Πίνακας 22).

- Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες

Το μοντέλο εμπεριέχει δυο μεταβλητές (δείκτης ποικιλότητας Shannon ξυλωδών φυτών και pH εδάφους) και αποδίδει το 86% της συνολικής διακύμανσης του πλούτου ειδών των Tenebrionidae ($F=22,72$, $P<0,05$). Με την αύξηση του δείκτη ποικιλότητας Shannon των ξυλωδών φυτών, καθώς και του pH του εδάφους αυξάνεται ο πλούτος ειδών των Tenebrionidae στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες (Πίνακας 22).

- Μακί

Το μοντέλο που παρουσιάζεται στον πίνακα 20 συμπεριλαμβάνει δύο μεταβλητές (φυτοκάλυψη ξυλωδών φυτών και υγρασία αέρα) και ερμηνεύει το 74% της συνολικής διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής ($F=14,21$, $P<0,05$). Ο πλούτος ειδών των Tenebrionidae αυξάνεται καθώς αυξάνει η φυτοκάλυψη των ξυλωδών φυτών και η υγρασία του αέρα στα μακί (Πίνακας 22).

Πίνακας 22. Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα του πλούτου ειδών των Tenebrionidae σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

Σύστημα διαχείρισης ελαιώνων	F	df	Adj. R ²	Likelihood Ratio χ^2	AIC*	P	Μοντέλο (Εξίσωση)**
Βιολογικοί	16,28	3	0,83	22,12	43,78	0,00	87,86+8,62(ΚΟΠ)+0,20(ΠΠ) +20,86(ΥΞ)
Συμβατικοί	12,40	2	0,78	4,62	36,87	0,05	22,32+0,24(ΚΠ)-0,05(ΕΖ)
Εγκαταλειμμένοι	22,72	2	0,86	20,13	43,05	0,00	76,50+2,98(pH)+ 55,48(ΔΣΞ)
Μακί	14,21	2	0,74	16,21	36,57	0,00	63,91+0,75(ΦΞ)+ 0,13(ΥΑ)

Επεξήγηση συντμήσεων: *AIC (Akaike κριτήριο πληροφορίας), **ΚΟΠ:Κοπριά, ΠΠ: Πλούτος ποωδών φυτών, ΥΞ: Ύψος ξυλωδών φυτών, ΚΠ: Κάλυψη ποωδών φυτών, ΚΛ: Κλίση εδάφους, pH: pH εδάφους, ΔΣΞ: Δείκτης ποικιλότητας Shannon ξυλωδών φυτών, ΦΞ: Φυτοκάλυψη ξυλωδών φυτών.

4.2.6 Ισόποδα

Τα Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα που δημιουργήθηκαν για τον πλούτο ειδών των ισοπόδων εμφάνισαν καλή έως πολύ καλή ικανότητα «ερμηνείας» της εξαρτημένης μεταβλητής (πλούτος ειδών ισοπόδων) (με βάση το adj. R²) (Πίνακας 23).

Το μοντέλο που προέκυψε για τον πλούτο ειδών των ισοπόδων στους βιολογικούς ελαιώνες περιέχει δυο μεταβλητές (υγρασία αέρα και πλούτος ξυλωδών φυτών). Το μοντέλο αποδίδει το 60% της συνολικής διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής (F=8,20, P<0,05) και δείχνει ότι ο πλούτος ειδών των ισοπόδων αυξάνεται με την αύξηση της υγρασίας του αέρα, του πλούτου των ξυλωδών φυτών και της οργανικής ουσίας του εδάφους στους βιολογικούς ελαιώνες (Πίνακας 23).

Στους συμβατικούς ελαιώνες το μοντέλο που δημιουργήθηκε για τον πλούτο ειδών των ισοπόδων, επεξηγεί 90% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής (F=282,24, P<0,05). Το μοντέλο αποτελείται από δυο μεταβλητές (εφαρμογή ζιζανιοκτόνου και ανόργανης λίπανση N) και δείχνει ότι ο πλούτος ειδών ισοπόδων μειώνεται καθώς αυξάνεται η εφαρμογή ζιζανιοκτόνου και ανόργανης λίπανσης N στους συμβατικούς ελαιώνες (Πίνακας 23).

Το αντίστοιχο μοντέλο για τον πλούτο των ισοπόδων στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες περιλαμβάνει δύο μεταβλητές (φυλλοστρωμή και pH) και ερμηνεύει το 48% της συνολικής διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής (πλούτος ειδών ισοπόδων) (F=5,29, P<0,05). (Πίνακας 23). Συγκεκριμένα, ο πλούτος ειδών των ισοπόδων αυξάνεται καθώς αυξάνεται η φυλλοστρωμή και το pH του εδάφους στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες.

Επίσης, το μοντέλο για τον πλούτο ειδών ισοπόδων στα μακί αποτελείται από μια μεταβλητή (οργανική ουσία εδάφους) που αποδίδει το 54% της συνολικής διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής ($F=11,70$, $P<0,05$). Ο πλούτος ειδών των ισοπόδων αυξάνεται καθώς αυξάνεται η οργανική ουσία του εδάφους στα μακί (Πίνακας 23).

Πίνακας 23. Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα του πλούτου ειδών των ισοπόδων σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

Σύστημα διαχείρισης ελαιώνων	F	Df	Adj.R ²	Likelihood Ratio χ^2	AIC*	P	Μοντέλο (Εξίσωση)**
Βιολογικοί	8,20	3	0,60	9,20	28,01	0,01	13,19+0,9(YA)+0,64(ΠΞ)+0,1(OO)
Συμβατικοί	282,24	2	0,90	44,02	6,16	0,00	4,31-0,24(ZIZAN)-0,15(AAN)
Εγκαταλειμμένοι	5,29	2	0,48	9,21	30,24	0,04	2,26+0,15(NITP)+0,51(pH)
Μακί	11,70	1	0,54	9,01	15,14	0,00	1,06+0,43(OO)

Επεξήγηση συντμήσεων: *AIC (Akaike κριτήριο πληροφορίας), **YA: Υγρασία αέρα, ΠΞ: Πλούτος ξυλωδών φυτών, NITP: Νιτρικά ιόντα, pH: pH εδάφους, OO: Οργανική ουσία εδάφους, ZIZAN:Ζιζανιοκτόνο, AAN:Ανόργανη λίπανση N.

4.2.7 Διαχειμάζοντα και αναπαραγόμενα είδη πουλιών

Τα Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα που προέκυψαν για τον πλούτο ειδών των διαχειμαζόντων και των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών για κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί, παρουσίασαν άριστη ικανότητα «ερμηνείας» της εξαρτημένης μεταβλητής (πλούτος διαχειμαζόντων και αναπαραγόμενων ειδών πουλιών) (με βάση το adj. R²). Τα μοντέλα αυτά περιλαμβάνουν δύο έως τέσσερις ανεξάρτητες μεταβλητές και ερμηνεύουν από 83 έως 96% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής (Πίνακες 24 και 25). Αναλυτικότερα:

α) Διαχειμάζοντα είδη πουλιών

- Βιολογικοί ελαιώνες

Το μοντέλο για τον πλούτο των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών στους βιολογικούς ελαιώνες περιλαμβάνει πέντε μεταβλητές (πυκνότητα και ύψος ξυλωδών φυτών, έκταση χωραφιού, κάλυψη ποωδών φυτών και πυκνότητα γαιοσκωλήκων) και ερμηνεύει το 97% της συνολικής διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής ($F=40,34$, $P<0,05$). Το μοντέλο δείχνει ότι ο πλούτος των διαχειμαζόντων ειδών αυξάνεται καθώς αυξάνει η πυκνότητα των ξυλωδών φυτών, η έκταση του χωραφιού, η κάλυψη των ποωδών φυτών και η

πυκνότητα των γαιοσκωλήκων, ενώ μειώνεται με την αύξηση του ύψους των ξυλωδών φυτών στους βιολογικούς ελαιώνες (Πίνακας 24).

- Συμβατικοί ελαιώνες

Δύο μεταβλητές (πυκνότητα και ύψος ξυλωδών φυτών) συμπεριλαμβάνονται στο μοντέλο του πλούτου των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών στους συμβατικούς ελαιώνες. Το μοντέλο αποδίδει το 95% της διακύμανσης του πλούτου των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών ($F=158,41$, $P<0,05$). Επομένως, ο πλούτος των διαχειμαζόντων ειδών αυξάνεται καθώς αυξάνεται η πυκνότητα και το ύψος των ξυλωδών φυτών στους συμβατικούς ελαιώνες (Πίνακας 24).

- Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες

Το μοντέλο για τον πλούτο των διαχειμαζόντων ειδών στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες εμπεριέχει δύο μεταβλητές (πυκνότητα και δείκτης ποικιλότητας Shannon ξυλωδών φυτών) και επεξηγεί το 83% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής ($F=22,91$, $P<0,05$). Έτσι, ο πλούτος των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών αυξάνεται με την αύξηση της πυκνότητας και του δείκτη ποικιλότητας Shannon των ξυλωδών φυτών στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες (Πίνακας 24).

- Μακί

Σε ότι αφορά στον πλούτο των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών στα μακί το μοντέλο περιέχει τρεις μεταβλητές (πυκνότητα, δείκτης ποικιλότητας Shannon και ύψος ξυλωδών φυτών) που ερμηνεύουν το 92% της συνολικής διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής ($F= 41,70$, $P<0,05$). Ο πλούτος των διαχειμαζόντων ειδών αυξάνεται καθώς αυξάνεται η πυκνότητα, ο δείκτης ποικιλότητας Shannon και το ύψος των ξυλωδών φυτών στα μακί (Πίνακας 24).

Πίνακας 24. Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα του πλούτου των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

Σύστημα διαχείρισης ελαιώνων	F	df	Adj. R ²	Likelihood Ratio χ^2	AIC*	P	Μοντέλο (Εξίσωση)**
Βιολογικοί	39,38	4	0,94	36,05	22,91	0,00	$0,92+3,40(\text{ΠΞ})+0,1(\text{ΕΧ})-0,7(\text{ΚΠ})-0,46(\text{ΥΞ})+0,57(\text{ΠΓ})$
Συμβατικοί	158,41	2	0,95	30,35	24,02	0,00	$8,74+4,31(\text{ΠΞ})+1,2(\text{ΥΞ})$
Εγκαταλειμμένοι	22,91	2	0,83	20,21	35,58	0,00	$30,57+2,09(\text{ΠΞ})+15,31(\Delta\text{Σ})$
Μακί	41,70	3	0,92	25,58	25,40	0,00	$51,66+1,00(\text{ΠΞ})+4,26(\Delta\text{Σ})+1,3(\text{ΥΞ})$

Επεξήγηση συντμήσεων: *AIC (Akaike κριτήριο πληροφορίας), **ΠΞ: Πυκνότητα ξυλωδών φυτών, ΕΧ: Έκταση χωραφιού, ΚΠ: Κάλυψη ποωδών φυτών, ΥΞ: Ύψος ξυλωδών φυτών, ΠΓ: Πυκνότητα γαιοσκωλήκων, ΔΣ: Δείκτης Ποικιλότητας Shannon ξυλωδών φυτών.

β) Αναπαραγόμενα είδη πουλιών

- Βιολογικοί ελαιώνες

Έξι μεταβλητές (φυτοκάλυψη ξυλωδών φυτών, οργανική λίπανση K, κάλυψη ποωδών φυτών, έκταση χωραφιού, πυκνότητα των Carabidae και των Tenebrionidae) απαρτίζουν το Γενικευμένο Γραμμικό Μοντέλο του πλούτου των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών στους βιολογικούς ελαιώνες. Το παραπάνω μοντέλο ερμηνεύει το 85% της συνολικής διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής ($F=48,38$, $P<0,05$). Ο πλούτος των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών αυξάνεται με αύξηση της φυτοκάλυψης των ξυλωδών φυτών, της εφαρμογής ανόργανης λίπανσης K-Mg, της κάλυψης των ποωδών φυτών, της έκτασης του χωραφιού, της πυκνότητας των Carabidae και των Tenebrionidae (Πίνακας 25).

- Συμβατικοί ελαιώνες

Στο μοντέλο για τον πλούτο των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών στους συμβατικούς ελαιώνες εντάσσονται τρεις μεταβλητές (πλούτος, δείκτης ποικιλότητας Shannon και ύψος ξυλωδών φυτών), το οποίο αποδίδει το 88% της διακύμανσης του πλούτου των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών ($F=24,52$, $P<0,05$). Έτσι, ο πλούτος των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών αυξάνεται καθώς αυξάνεται ο πλούτος, ο δείκτης ποικιλότητας Shannon και το ύψος των ξυλωδών φυτών στους συμβατικούς ελαιώνες (Πίνακας 25).

- Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες

Το αντίστοιχο μοντέλο για τον πλούτο των αναπαραγόμενων ειδών στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες περιλαμβάνει δυο μεταβλητές (ύψος ξυλωδών φυτών, κάλυψη ποωδών φυτών) και επεξηγεί το 91% της συνολικής διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής ($F=32,07$, $P<0,05$). Ο πλούτος των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών αυξάνεται με την αύξηση του ύψους των ξυλωδών φυτών και την κάλυψη των ποωδών φυτών στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες (Πίνακας 25).

- Μακί

Όσο αφορά στον πλούτο των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών στα μακί, το μοντέλο περιέχει δυο μεταβλητές (πυκνότητα και ύψος ξυλωδών φυτών) και ερμηνεύει το 94% της συνολικής διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής ($F=83,70$, $P<0,05$). Ο πλούτος των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών αυξάνεται καθώς αυξάνεται η πυκνότητα και το ύψος των ξυλωδών φυτών στα μακί (Πίνακας 25).

Πίνακας 25. Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα του πλούτου των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

Σύστημα διαχείρισης ελαιώνων	F	df	Adj. R ²	Likelihood Ratio χ^2	AIC*	P	Μοντέλο (Εξίσωση)**
Βιολογικοί	48,38	6	0,85	18,90	40,74	0,00	174,49+0,20(ΦΞ)+0,05(ΑΛΚ-Mg)+2,02(ΚΠ)+0,03(ΕΧ)+0,01(ΠC)+0,01(ΠΤ)
Συμβατικοί	24,52	3	0,88	25,85	31,62	0,00	28,33+0,73(ΠΛΞ)+10,17(ΔSΞ)
Εγκαταλειμμένοι	32,07	3	0,91	28,35	30,35	0,00	86,01+83,03(ΥΞ)+(ΥΨ)+0,68(ΚΠ)
Μακί	83,70	2	0,94	32,15	30,57	0,00	138,24+ 6,40(ΠΞ)+85,66(ΥΞ)

Επεξήγηση συντηρήσεων: *AIC (Akaike κριτήριο πληροφορίας), **ΦΞ: Φυτοκάλυψη ξυλωδών φυτών, ΑΛΚ-Mg: Ανόργανη λίπανση K-Mg, ΕΧ: Έκταση χωραφιού, ΠC: Πυκνότητα των Carabidae, ΠΤ: Πυκνότητα των Tenebrionidae, ΠΛΞ: Πλούτος ξυλωδών φυτών, ΔSΞ: Δείκτης ποικιλότητας Shannon ξυλωδών φυτών, ΥΞ: Ύψος ξυλωδών φυτών, ΥΨ: Ύψόμετρο, ΚΠ: Κάλυψη ποωδών φυτών, ΠΞ: Πυκνότητα ξυλωδών φυτών.

4.3 Είδη-δείκτες σε συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί

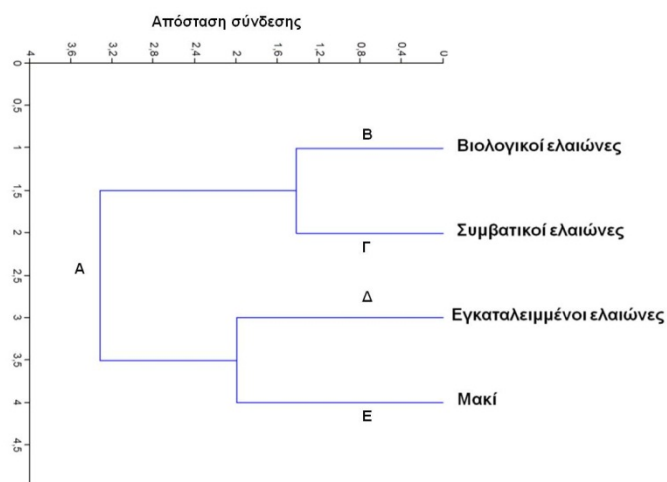
4.3.1 Ποώδη φυτά κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο

•Χειμερινή περίοδος

Η ιεραρχική ομαδοποίηση των χειμερινών ποωδών φυτών και τα αποτελέσματα της μεθόδου Indval παρουσιάζονται στο σχήμα 13 και τον πίνακα 26. Για κάθε είδος δίνεται η μέγιστη Τιμή Ενδείκτη (Maximum Indicator Value) για τα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί με τα οποία συνδέεται.

Σύμφωνα με τη μέθοδο Indval από τα 56 είδη που βρέθηκαν συνολικά, 4 είδη ποωδών φυτών ήταν ευρυτοπικά στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί (*Hordeum murinum*, *Salvia verbenaca*, *Cyclamen graecum* και *Leontodon tuberosus*).

Έντεκα είδη ποωδών φυτών αποτέλεσαν "είδη-δείκτες" (Indval>50%) στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και χρησιμεύουν ως εργαλεία διατήρησης, διαχείρισης και παρακολούθησης των οικοσυστημάτων της περιοχής έρευνας. Συγκεκριμένα, τα φυτικά είδη που βρέθηκαν να αποτελούν είδη-δείκτες των συστημάτων διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί είναι τα: *Malva sylvestris*, *Agrostemma githago*, *Stellaria media*, *Anthemis chia* και *Arisarum vulgare* στους βιολογικούς ελαιώνες, *Sonchus arvensis* και *Urtica dioica* στους συμβατικούς ελαιώνες, *Anemone ranonina* και *Narcissus tazetta* στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και *Asphodelus ramosus* και *Lilium candidum* στα μακί.



Σχήμα 13. Ιεραρχική ομαδοποίηση των χειμερινών ποωδών φυτών σε σχέση με συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.

Πίνακας 26. Αποτελέσματα της μεθόδου Indval σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί για τα χειμερινά ποώδη φυτά.

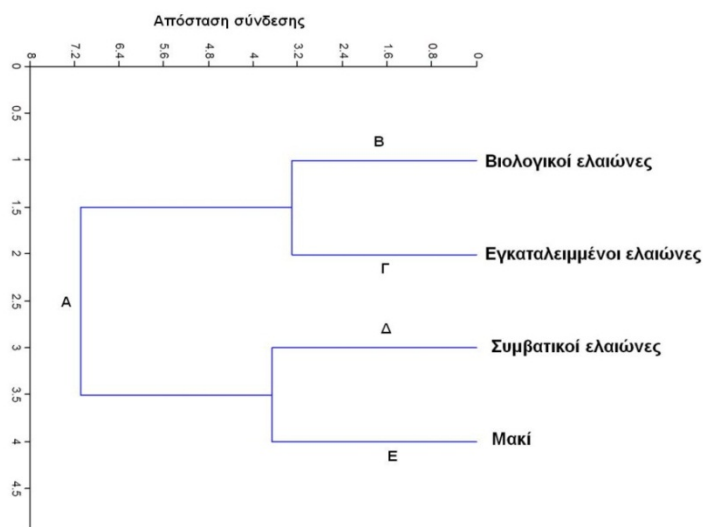
Είδη	IndVal (%)	Επίπεδο
<i>Cyclamen graecum</i>	75	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Leontodon tuberosus</i>	72,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Hordeum murinum</i>	65	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Salvia verbenaca</i>	55	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Sonchus oleraceus</i>	40	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Carduus pycnocephalus</i>	27,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Geranium robertianum</i>	25	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Mercurialis annua</i>	22,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Bituminaria bituminosa</i>	20	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Lamium amplexicaule</i>	20	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Ashodelus aestivus</i>	15	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Geranium tuberosum</i>	12,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Alopecurus myosuroides</i>	10	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Malva sylvestris</i>	83,05	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Agrostemma githago</i>	71,37	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Anthemis chia</i>	57,85	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Arisarum vulgare</i>	53,8	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Stellaria media</i>	57,33	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Phlomis fruticosa</i>	28,8	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Xanthium spinosum</i>	24,29	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Anthemis arvensis</i>	24	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Verbascum undulatum</i>	20	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Gladiolus italicus</i>	15,35	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Cichorium intybus</i>	10	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Fumaria officinalis</i>	10	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Galium aparine</i>	10	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Raphanus raphanistrum</i>	10	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Anemone coronaria</i>	10	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Geum coccineum</i>	9,57	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Arum maculatum</i>	8,33	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Pallenis spinosa</i>	8,18	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Onopordum illyricum</i>	7,89	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Sonchus arvensis</i>	77,57	(Γ) Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Urtica dioica</i>	55,37	(Γ) Συμβατικοί ελαιώνες

<i>Lupinus angustifolius</i>	43,26	(Γ) Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Daucus carota</i>	40	(Γ) Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Plantago major</i>	40	(Γ) Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Trifolium angustifolium</i>	37,89	(Γ) Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Psilurus incurvus</i>	33,08	(Γ) Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Erodium cicutarium</i>	30	(Γ) Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Bellis annua</i>	28,03	(Γ) Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Amaranthus deflexus</i>	20	(Γ) Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Calendula arvensis</i>	16,67	(Γ) Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Chrysanthemum segetum</i>	13,33	(Γ) Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Asterolinon linum-stellatum</i>	12,22	(Γ) Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Vicia cracca</i>	10	(Γ) Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Neottia nidus-avis</i>	25,6	(Δ) Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	16,36	(Δ) Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
<i>Stachys cretica</i>	15	(Δ) Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
<i>Narcissus tazetta</i>	53,75	(Δ) Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
<i>Anemone pavonina</i>	73,33	(Δ) Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
<i>Asphodelus ramosus</i>	73,92	(Ε) Μακί
<i>Aegilops ovata</i>	42,7	(Ε) Μακί
<i>Lilium candidum</i>	55,83	(Ε) Μακί
<i>Dracunculus vulgaris</i>	10	(Ε) Μακί

•Εαρινή περίοδος

Στο σχήμα 14 και στον πίνακα 27 παρουσιάζονται το δενδρόγραμμα και τα αποτελέσματα της μεθόδου IndVal για τα ποώδη φυτά κατά την εαρινή περίοδο. Δεκατέσσερα είδη (*Leontodon tuberosus*, *Muscari comosum*, *Tordylium apulum*, *Salvia verbenaca*, *Raphanus raphanistrum*, *Fumaria officinalis*, *Cyclamen graecum*, *Erodium cicutarium*, *Anthemis arvensis*, *Aegilops ovata*, *Geranium robertianum*, *Avena barbata*, *Convolvulus althaeoides* και *Pallenis spinosa*) καταγράφηκαν να είναι ευρυτοπικά στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.

Στους βιολογικούς ελαιώνες καταγράφηκαν 10 "είδη-δείκτες" (Indval>50%) (*Setaria verticillata*, *Medicago lupulina*, *Trifolium arvense*, *Malva sylvestris*, *Matricaria chamomilla*, *Sinapis arvensis*, *Papaver rhoeas*, *Hordeum bulbosum*, *Trifolium campestre* και *Anagallis arvensis*) και στους συμβατικούς ελαιώνες παρατηρήθηκε 1 "είδος δείκτης" (*Sonchus arvensis*). Επίσης 2 "είδη-δείκτες" (*Campanula spathulata* και *Silene cretica*) εντοπίστηκαν στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και όσο αφορά στα μακί διακρίθηκε 1 "είδος-δείκτης" (*Arisarum vulgare*).



Σχήμα 14. Ιεραρχική ομαδοποίηση των ποωδών φυτών σε σχέση με τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί, κατά την εαρινή περίοδο.

Πίνακας 27. Αποτελέσματα της μεθόδου IndVal σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί για τα ποώδη φυτά κατά την εαρινή περίοδο.

Είδη	IndVal	Επίπεδο
<i>Leontodon tuberosus</i>	97,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Muscari comosum</i>	97,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Tordylium apulum</i>	92,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Salvia verbenaca</i>	90	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Raphanus raphanistrum</i>	87,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Fumaria officinalis</i>	85	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Cyclamen graecum</i>	75	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Erodium cicutarium</i>	72,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Anthemis arvensis</i>	70	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Aegilops ovata</i>	67,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Geranium robertianum</i>	67,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Avena barbata</i>	60	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Convolvulus althaeoides</i>	57,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Pallenis spinosa</i>	57,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Aira elegantissima</i>	45	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Chrysanthemum segetum</i>	45	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Piptatherum miliaceum</i>	42,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Daucus carota</i>	37,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Tuberaria guttata</i>	32,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Briza maxima</i>	27,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Cynosurus echinatus</i>	20	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Euphorbia helioscopia</i>	17,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Eryngium campestre</i>	15	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Setaria verticillata</i>	73,77	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Medicago lupulina</i>	77,87	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Trifolium arvense</i>	77,67	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Hordeum bulbosum</i>	63,83	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Malva sylvestris</i>	74,84	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Papaver rhoeas</i>	57,55	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Trifolium campestre</i>	56	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Anagallis arvensis</i>	55,46	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Matricaria chamomilla</i>	89,41	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Sorghum halepense</i>	44,12	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Onopordum tauricum</i>	40	(B)Βιολογικοί ελαιώνες

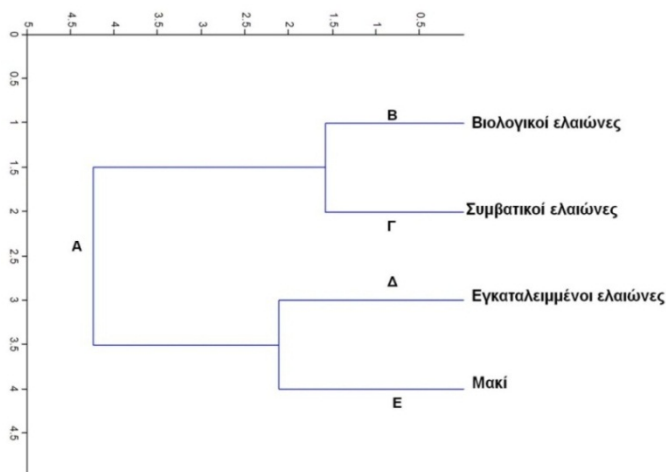
<i>Bromus tectorum</i>	37,71	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Scorpiurus muricatus</i>	36,99	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Orobanche purpurea</i>	36,92	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Salvia viridis</i>	36,59	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Ferulago nodosa</i>	36,19	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Crupina crupinastrum</i>	35,29	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Xanthium spinosum</i>	30	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	30	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Sinapis arvensis</i>	51	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Knautia integrifolia</i>	26,67	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Aegilops geniculata</i>	26,47	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Bellardia trixago</i>	26,16	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Dracunculus vulgaris</i>	24,55	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Crepis rubra</i>	24	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Galium aparine</i>	20	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Carex flacca</i>	20	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Onobrychis caput-galli</i>	20	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Lagurus ovatus</i>	20	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Gladiolus italicus</i>	20	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Convolvulus elegantissimus</i>	20	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Verbascum undulatum</i>	18,95	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Gaudinia fragilis</i>	17,26	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Lolium perenne</i>	16,98	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Orlaya daucooides</i>	16,92	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Alcea biennis</i>	16	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Carduus pycnocephalus</i>	10	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Rapistrum rugosum</i>	10	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Tribulus terrestris</i>	10	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Cistus incanus</i>	10	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Asphodeline lutea</i>	10	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Onopordum illyricum</i>	10	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Satureja nervosa</i>	10	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Scabiosa stellata</i>	10	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Fumaria capreolata</i>	7,5	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Orlaya grandiflora</i>	13	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Smyrniium rotundifolium</i>	21	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Sonchus arvensis</i>	72,61	(Δ)Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Echium plantagineum</i>	40	(Γ)Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
<i>Chenopodium album</i>	10	(Γ)Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
<i>Campanula spathulata</i>	74,35	(Γ)Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
<i>Silene cretica</i>	58,33	(Γ)Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
<i>Dactylis glomerata</i>	24,55	(Γ)Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
<i>Parietaria officinallis</i>	20	(Γ)Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
<i>Lavatera arborea</i>	17,14	(Γ)Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
<i>Oenanthe pimpinelloides</i>	15	(Γ)Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
<i>Arisarum vulgare</i>	74,91	(E)Μακί

4.3.2 Ξυλώδη φυτά

Σύμφωνα με το σχήμα 15 και πίνακα 28 (μέθοδος IndVal), 12 είδη ξυλωδών φυτών βρέθηκαν να είναι ευρυτοπικά στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί (*Quercus coccifera*, *Erica manipuliflora*, *Juniperus phoenicea*, *Pistacia lentiscus*, *Olea*.

Europaea var. sylvestris, *Smilax aspera*, *Crataegus monogyna*, *Rubus fruticosus*, *Pyrus amygdaliformis*, *Cercis siliquastrum*, *Paliurus spina-christi* και *Inula helenium*).

Το είδος *Vitex agnus-castus* αποτελεί "είδος-δείκτης" (Indval>50%) στους βιολογικούς ελαιώνες, το *Pyrus communis* στους συμβατικούς ελαιώνες, τα *Cistus incanus*, *Calycotome villosa*, *Spartium junceum*, *Fumana thymifolia*, *Pistacia terebinthus*, *Arbutus unedo*, *Rhamnus alaternus*, *Arbutus adrachne*, *Salvia officinalis*, *Phlomis fruticosa* και *Satureja thymbra* στα μακί.



Σχήμα 15. Ιεραρχική ομαδοποίηση των ξυλωδών φυτών σε σχέση με τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.

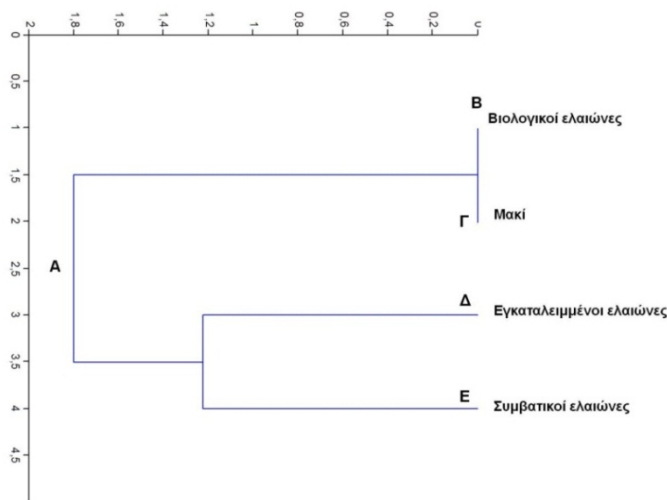
Πίνακας 28. Αποτελέσματα της μεθόδου Indval σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί για τα ξυλώδη φυτά.

Είδη	Indval	Επίπεδο
<i>Quercus coccifera</i>	90	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Erica manipuliiflora</i>	67,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Juniperus phoenicea</i>	70	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Pistacia lentiscus</i>	77,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Olea europaea var. sylvestris</i>	100	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Smilax aspera</i>	70	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Crataegus monogyna</i>	97,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Rubus fruticosus</i>	92,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Pyrus amygdaliformis</i>	87,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Cercis siliquastrum</i>	87,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Paliurus spina-christi</i>	95	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Inula helenium</i>	77,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Vitex agnus-castus</i>	70	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Ficus carica</i>	40	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Olea europaea</i>	75	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Pyrus communis</i>	76,67	(Γ)Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Juniperus oxycedrus</i>	14,78	(Δ)Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
<i>Spartium junceum</i>	71,49	(E)Μακί
<i>Fumana thymifolia</i>	61,59	(E)Μακί
<i>Cistus incanus</i>	56,54	(E)Μακί
<i>Calycotome villosa</i>	73,08	(E)Μακί
<i>Pistacia terebinthus</i>	92,37	(E)Μακί
<i>Arbutus unedo</i>	97,54	(E)Μακί

<i>Rhamnus alaternus</i>	76,61	(E)Μακί
<i>Arbutus adrachne</i>	90	(E)Μακί
<i>Salvia officinalis</i>	100	(E)Μακί
<i>Phlomis fruticosa</i>	76,61	(E)Μακί
<i>Satureja thymbra</i>	57,39	(E)Μακί
<i>Quercus pubescens</i>	40	(E)Μακί
<i>Myrtus communis</i>	33,68	(E)Μακί
<i>Equisetum arvense</i>	30	(E)Μακί
<i>Ulmus campestris</i>	25	(E)Μακί

4.3.3 Γαιοσκώληκες

Με βάση τη μέθοδο IndVal, τα είδη γαιοσκωλήκων *Octodrilus complanatus*, *Microscolex dubius*, *Dendrobaena byblica*, *Aporrectodea caliginosa* και *O. croaticus* βρέθηκαν να αποτελούν ευρυτοπικά είδη στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί. Τέσσερα είδη (*M. phosphoreus*, *D. cognette*, *A. trapezoides* και *D. veneta*) από το σύνολο των γαιοσκωλήκων σημείωσαν την υψηλότερη Τιμή Ενδείκτη και θεωρήθηκαν εξειδικευμένα των βιολογικών ελαιώνων (Indval>50%). Παράλληλα δεν βρέθηκε κανένα "είδος-δείκτης" στους συμβατικούς και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί.



Σχήμα 16. Ιεραρχική ομαδοποίηση των γαιοσκωλήκων σε σχέση με τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.

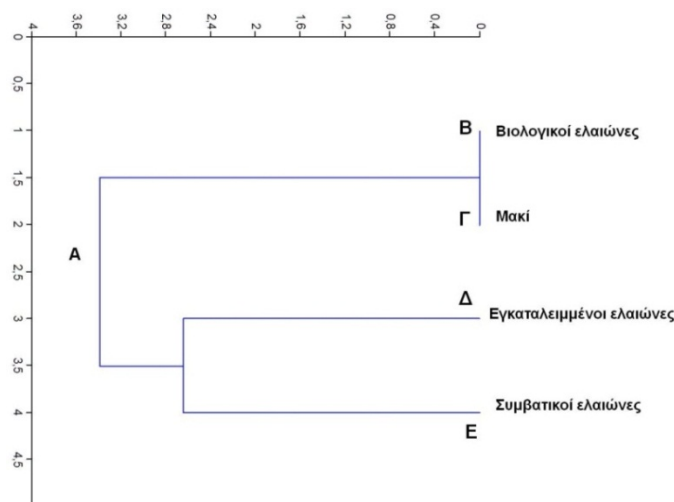
Πίνακας 29. Αποτελέσματα της μεθόδου Indval σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί για τους γαιοσκώληκες.

Είδη	Indval (%)	Επίπεδο
<i>Octodrilus complanatus</i>	100	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Dendrobaena byblica</i>	77,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	75	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Octodrilus croaticus</i>	52,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Microscolex dubius</i>	92,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Microscolex phosphoreus</i>	95,19	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Dendrobaena cognetii</i>	89,52	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Aporrectodea trapezoides</i>	88,62	(B)Βιολογικοί ελαιώνες

<i>Dendrobaena veneta</i>	86,55	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
-	-	(E)Συμβατικοί ελαιώνες
-	-	(Δ)Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
-	-	(Γ)Μακί

4.3.4 Carabidae

Το δενδρόγραμμα και τα αποτελέσματα της μεθόδου IndVal για τα είδη της οικογένειας Carabidae παρουσιάζονται στο σχήμα 17 και στον πίνακα 30 αντίστοιχα. Το είδος *Odontocarus robustus* αποτέλεσε ευρυτοπικό είδος στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί. Τα "είδη-δείκτες" (Indval>50%) που ανεδείχθησαν στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί είναι τα εξής: *Myas chalybaeus*, *Carabus violaceus*, *Zabrus femoratus* και *Pachycarus cyaneus* στους βιολογικούς ελαιώνες, *C. coriaceus* και *C. presli* στα μακί, ενώ κανένα "είδος-δείκτης" δεν εντοπίστηκε στους συμβατικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες.



Σχήμα 17. Ιεραρχική ομαδοποίηση των Carabidae σε σχέση με τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.

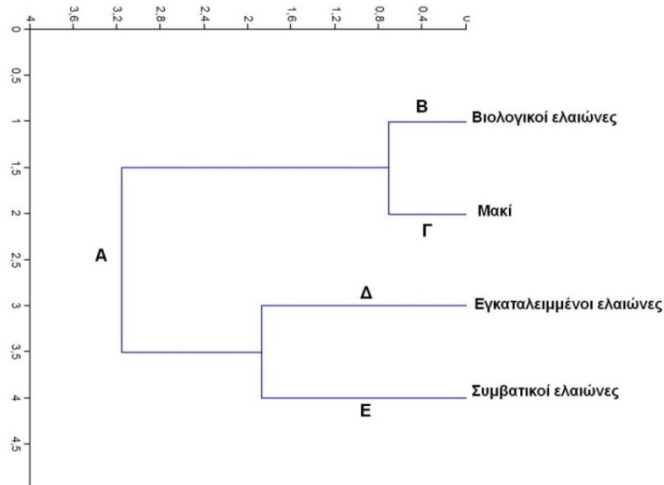
Πίνακας 30. Αποτελέσματα της μεθόδου Indval σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί για τα Carabidae.

Είδη	IndVal (%)	Επίπεδο
<i>Odontocarus robustus</i>	57,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Carabus graecus</i>	37,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Molops piceus</i>	32,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Amara aenea</i>	32,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Acinopus baudii</i>	27,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Laemostenus cimmerius</i>	25	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Poecilus punctulatus</i>	22,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Calosoma sycophanta</i>	20	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Myas chalybaeus</i>	80	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Carabus violaceus</i>	76,3	(B)Βιολογικοί ελαιώνες

<i>Zabrus femoratus</i>	56,14	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Pachycarus cyaneus</i>	51,56	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Dixus obscurus</i>	43,16	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Pterostichus nigrita</i>	33,82	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Calathus korax</i>	31,43	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Amara aulica</i>	31,25	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Carabus coriaceus</i>	55	(Γ)Μακί
<i>Carabus preslii</i>	52,13	(Γ)Μακί
<i>Brachinus crepitans</i>	30	(Γ)Μακί
<i>Carabus convexus</i>	28,13	(Γ)Μακί
-	-	(Δ)Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
-	-	(E)Συμβατικοί ελαιώνες

4.3.5 Tenebrionidae

Σύμφωνα με το σχήμα 18 και πίνακα 31 (μέθοδος Indval), 7 είδη της οικογένειας Tenebrionidae (*Blaps mucronata*, *Dendarus anaphianus*, *B. abbreviata*, *Graecopachys quandricollis*, *Zophosis punctata*, *Tentyria rotundata* και *Pimelia subglobosa*) εντοπίστηκαν να είναι ευρυτοπικά στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί. Τα είδη *Pachyscelis villosa*, *Stenosis orientalis*, *Helops rosii* και *Opatrum sabulosum* αποτέλεσαν "είδη-δείκτες" (Indval>50%) στους βιολογικούς ελαιώνες. Επίσης τα είδη *Pimelia sericella* και *Dailognatha quandricollis* αναδείχθηκαν "είδη-δείκτες" στα μακί.



Σχήμα 18. Ιεραρχική ομαδοποίηση των Tenebrionidae σε σχέση με τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.

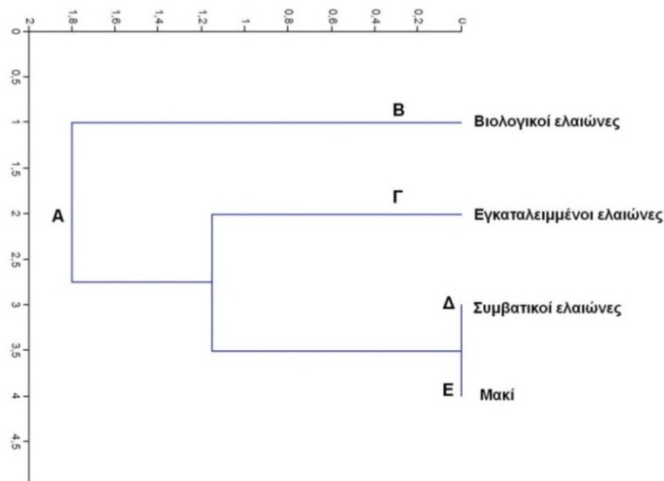
Πίνακας 31. Αποτελέσματα της μεθόδου Indval σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και στα μακί για τα Tenebrionidae.

Είδη	IndVal (%)	Επίπεδο
<i>Zophosis punctata</i>	75	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Tentyria rotundata</i>	70	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Pimelia subglobosa</i>	70	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Blaps mucronata</i>	67,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Dendarus anaphianus</i>	65	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί

<i>Blaps abbreviata</i>	65	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Graecopachys quandricollis</i>	50	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Akis elongata</i>	47,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Blaps lethifera</i>	45	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Pachyscelis rotundata</i>	40	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Asida sp1</i>	30	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Opatroides punctulatus</i>	20	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Dendarus graecus</i>	15	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Pachyscelis villosa</i>	75,65	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Stenosis orientalis</i>	55,38	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Helops rosii</i>	52,79	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Opatrum sabulosum</i>	51,76	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Pedinus quadratus</i>	36,55	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Asida sp2</i>	30	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Pimelia sericella</i>	51,18	(Γ)Μακί
<i>Dialognatha quandricollis</i>	51,98	(Γ)Μακί
<i>Erodium orientale</i>	30	(Δ)Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
-	-	(E)Συμβατικοί ελαιώνες

4.3.6 Ισόποδα

Η μέθοδος IndVal που χρησιμοποιήθηκε για την ανάδειξη "είδους-δείκτη" στην κοινότητα των ισόποδων για κάθε σύστημα διαχείρισης ελαιώνων και μακί έδειξε ότι από τα 7 είδη που βρέθηκαν συνολικά, 1 είδος, το *Armadillidium vulgare*, μπορεί να θεωρηθεί ως ευρυτοπικό είδος. Η μεγαλύτερη Τιμή Ενδείκτη παρατηρήθηκε στο είδος *Porcellio laevis* και αποτελεί χαρακτηριστικό είδος των βιολογικών ελαιώνων (Σχήμα 19, Πίνακας 30).



Σχήμα 19. Ιεραρχική ομαδοποίηση των ισόποδων σε σχέση με τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και στα μακί.

Πίνακας 32. Αποτελέσματα της μεθόδου IndVal σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί για τα ισόποδα.

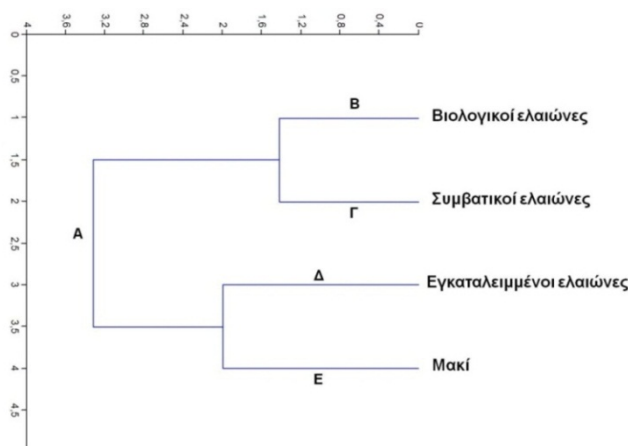
Είδη	IndVal (%)	Επίπεδο
<i>Armadillidium tuberculatum</i>	7,50	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Armadillidium vulgare</i>	97,50	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Armadillo officinalis</i>	40,00	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Porcellio obsoletus</i>	27,50	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Porcellionides pruinosus</i>	22,50	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Porcellio laevis</i>	72,50	(B) Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Leptotrichus naupliensis</i>	6,67	(Γ) Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
-	-	(Δ) Συμβατικοί ελαιώνες
-	-	(E) Μακί

4.3.7 Διαχειμάζοντα και αναπαραγόμενα είδη πουλιών

- Διαχειμάζοντα είδη πουλιών

Το δενδρόγραμμα και τα αποτελέσματα της μεθόδου IndVal για τα διαχειμάζοντα είδη πουλιών απεικονίζονται στο σχήμα 20 και στον πίνακα 33. Δώδεκα είδη (*Erithacus rubecula*, *Fringilla coelebs*, *Parus major*, *Turdus merula*, *Sylvia melanocephala*, *T. philomelos*, *P. caeruleus*, *P. lugubris*, *Phylloscopus collybita*, *S. hortensis*, *Troglodytes troglodytes* και *Emberiza cirlus*) εντοπίστηκαν να είναι ευρυτοπικά είδη στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.

Όσο αφορά στους βιολογικούς ελαιώνες, 4 είδη (*Sylvia atricapilla*, *Carduelis carduelis*, *C. chloris* και *Emberiza cirlus*) ανεδείχθησαν ως "είδη δείκτες" (Indval>50%), ενώ στους συμβατικούς ελαιώνες βρέθηκε μόνο 1 "είδος δείκτης" (*Regulus ignicapillus*) (Indval>50%).



Σχήμα 20. Ιεραρχική ομαδοποίηση των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών σε σχέση με τα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.

Πίνακας 33. Αποτελέσματα της μεθόδου Indval σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί για τα διαχειριζόμενα είδη πουλιών.

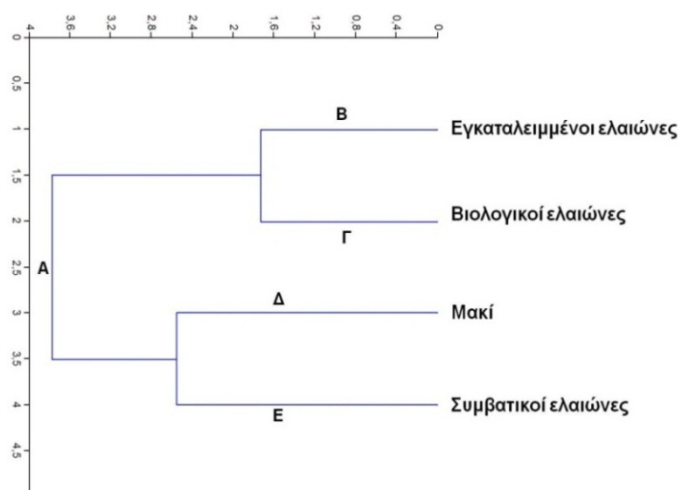
Είδη	Indval (%)	Επίπεδο
<i>Erithacus rubecula</i>	100	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Fringilla coelebs</i>	100	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Parus major</i>	100	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Turdus merula</i>	100	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Sylvia melanocephala</i>	97,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Turdus philomelos</i>	97,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Parus caeruleus</i>	87,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Parus lugubris</i>	87,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Phylloscopus collybita</i>	85	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Sylvia hortensis</i>	82,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Troglodytes troglodytes</i>	75	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Regulus regulus</i>	47,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Prunella modularis</i>	45	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Serinus serinus</i>	35	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Scolopax rusticola</i>	25	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Garrulus glandarius</i>	20	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Turdus viscivorus</i>	20	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Turdus iliacus</i>	12,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Lullula arborea</i>	20	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Anthus pratensis</i>	17,14	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Fringilla montifringilla</i>	10	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Cettia cetti</i>	7,5	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Carduelis cannabina</i>	16	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Sylvia atricapilla</i>	87,5	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Carduelis carduelis</i>	75	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Emberiza cirrus</i>	62,5	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Carduelis chloris</i>	72	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Loxia curvirostra</i>	2	(B)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Regulus ignicapillus</i>	51,5	(Γ)Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Passer domesticus</i>	23,33	(Γ)Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Emberiza melanocephala</i>	5	(Γ)Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Carduelis spinus</i>	32	(Γ)Συμβατικοί ελαιώνες
-	-	(Δ)Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
<i>Galerida cristata</i>	5	(E)Μακί
<i>Saxicola torquata</i>	5	(E)Μακί
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	5	(E)Μακί

• Αναπαραγόμενα είδη πουλιών

Στο σχήμα 21 και τον πίνακα 34 παρουσιάζεται η ιεραρχική ομαδοποίηση των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί και τα αποτελέσματα της μεθόδου IndVal. Για κάθε είδος δίνεται η μέγιστη Τιμή Ενδείκτη (Maximum Indicator Value) για τα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων με τα οποία συνδέεται.

Σύμφωνα με τη μέθοδο Indval, από τα 36 είδη αναπαραγόμενων ειδών πουλιών που βρέθηκαν στην περιοχή έρευνας, 14 είδη (*Parus major*, *Sylvia melanocephala*, *Fringilla coelebs*, *Emberiza cirrus*, *Hipolais pallida*, *E. melanocephala*, *Streptopelia turtur*, *Carduelis cannabina*, *Muscicapa striata*, *S. cantillans*, *S. hortensis*, *Miliaria calandra*,

Caprimulgus europaeus και *Luscinia megarhynchos*) βρέθηκαν να αποτελούν ευρυτοπικά είδη στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί. Επίσης, τα είδη *Garrulus glandarius*, *Galerida cristata*, *Lanius minor* και *Cuculus canorus* χαρακτηρίστηκαν ως "είδη δείκτες" για τους βιολογικούς ελαιώνες, ενώ τα είδη *Oenanthe hispanica* και *S. curruca* αποτέλεσαν "είδη-δείκτες" για τους συμβατικούς και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες αντίστοιχα.



Σχήμα 21. Ιεραρχική ομαδοποίηση των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών σε σχέση με τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί.

Πίνακας 34. Αποτελέσματα της μεθόδου Indval σε κάθε σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων και μακί για τα αναπαραγόμενα είδη πουλιών.

Είδη	Indval (%)	Επίπεδο
<i>Parus major</i>	95	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Sylvia melanocephala</i>	92,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Fringilla coelebs</i>	90	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Emberiza cirrus</i>	80	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Hipolais pallida</i>	75	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Emberiza melanocephala</i>	72,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Streptopelia turtur</i>	72,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Turdus merula</i>	70	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Carduelis cannabina</i>	60	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Muscicapa striata</i>	60	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Sylvia cantillans</i>	57,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Sylvia hortensis</i>	57,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Miliaria calandra</i>	55	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Caprimulgus europaeus</i>	52,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Luscinia megarhynchos</i>	50	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Carduelis carduelis</i>	47,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Parus lugubris</i>	47,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Hipolais olivetorum</i>	45	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Passer domesticus</i>	40	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Upupa epops</i>	40	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Lanius collurio</i>	37,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Lanius senator</i>	37,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Carduelis chloris</i>	32,5	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Oenanthe leucura</i>	15	(A) Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και Μακί
<i>Cettia cetti</i>	38,57	(Γ) Βιολογικοί ελαιώνες

<i>Lanius nubicus</i>	27,27	(Γ)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Garulus glandarius</i>	76,67	(Γ)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Cisticola juncidis</i>	10	(Γ)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Galerida cristata</i>	73	(Γ)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Lanius minor</i>	73,08	(Γ)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Cuculus canorus</i>	51	(Γ)Βιολογικοί ελαιώνες
<i>Oenanthe hispanica</i>	53,33	(Γ)Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Sylvia atricapilla</i>	10	(Γ)Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Parus caeruleus</i>	6,67	(Γ)Συμβατικοί ελαιώνες
<i>Sylvia curruca</i>	52	(B)Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες
-	-	(Δ)Μακί

4.4 Επίδραση των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων

4.4.1 Στην πυκνότητα των παραμέτρων κατά τη χειμερινή περίοδο

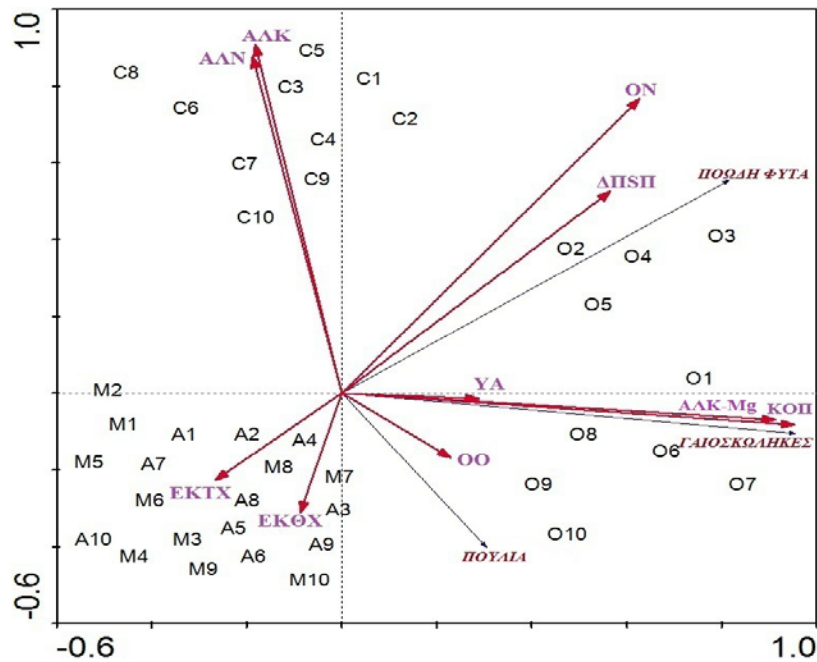
Η ανάλυση πλεονασμού (RDA) που εφαρμόστηκε για την ταξινόμηση των 3 παραμέτρων (ποώδη φυτά, γαιοσκώληκες και διαχειμάζοντα είδη πουλιών) και των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων, έδειξε ότι από το σύνολο των 39 γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων [Δείκτης ποικιλότητας Shannon και κάλυψη ποωδών φυτών, δείκτης ποικιλότητας Shannon διαχειμαζόντων ειδών πουλιών, δείκτης ποικιλότητας Shannon και βιομάζα γαιοσκωλήκων, φυλλοστρωμή, έκταση χωραφιού, εφαρμογή ζιζανιοκτόνου, υψόμετρο, αποδόσεις ελαιώνων, κλίση εδάφους, θερμοκρασία και υγρασία αέρα, θερμοκρασία και υγρασία εδάφους, έκθεση χωραφιού, κοπριά, ανόργανη λίπανση K-Mg, ανόργανη λίπανση N, ανόργανη λίπανση K, εδαφικά χαρακτηριστικά (άμμος, άργιλος, ιλύς, pH, IAK, CaCO₃, P, K, οργανική ουσία, NH₄⁺, NO₃⁻, ολικό N, C/N, φαινομενική πυκνότητα και χαλίκια εδάφους)] που μελετήθηκαν, μόνο 10 (κοπριά, ανόργανη λίπανση K-Mg, ανόργανη λίπανση K, ανόργανη λίπανση N, ολικό N, υγρασία αέρα, έκθεση χωραφιού, έκταση χωραφιού, οργανική ουσία εδάφους και δείκτης ποικιλότητας Shannon ποωδών φυτών) μπορούν να θεωρηθούν σημαντικοί ($P < 0,05$) για την ερμηνεία της διακύμανσης της πυκνότητας των ανωτέρω παραμέτρων.

Τα αποτελέσματα της RDA που προέκυψαν για τις παραμέτρους και τους γεωργικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες παρουσιάζονται στον πίνακα 35. Ο άξονας 1 εξηγεί το 78,3% της συνολικής διακύμανσης των δεδομένων των παραμέτρων και συσχετίζεται με τον δείκτη ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών, το ολικό άζωτο του εδάφους, την ανόργανη λίπανση K-Mg, την κοπριά, την οργανική ουσία του εδάφους και την υγρασία του αέρα. Ο άξονας 2 ερμηνεύει το 17,1% της συνολικής διακύμανσης και συσχετίζεται με την έκταση και την έκθεση του χωραφιού, την ανόργανη λίπανση N και K.

Πίνακας 35. Αποτελέσματα της "ανάλυσης πλεονασμού" (RDA) για τις τρεις παραμέτρους και τους γεωργικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Αξονες	1	2	Συνολική διακύμανση
Ιδιοτιμές:	0,783	0,171	1,000
Συσχετισμός είδους-γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων:	0,989	0,981	
Αθροιστικό ποσοστό διακύμανσης των ειδών:	78,30	95,40	
Αθροιστικό ποσοστό διακύμανσης της σχέσης είδους-γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων:	91,20	98,50	
Άθροισμα όλων των φυσικών ιδιοτιμών:			1,000
Άθροισμα των ιδιοτιμών όλων των αξόνων που είναι γραμμικοί συνδυασμοί των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων:			0,969

Από το σύνολο της πολυμεταβλητής στατιστικής ανάλυσης (RDA), οι κυριότερες χωρικές τάσεις της πυκνότητας των παραμέτρων σε σχέση με το σύνολο των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων απεικονίζονται στο σχήμα 22. Σύμφωνα με αυτές, τα σημαντικότερα αποτελέσματα που προέκυψαν είναι: η πυκνότητα των γαιοσκωλήκων συσχετίζεται σε μεγαλύτερο βαθμό θετικά με την εφαρμογή της ανόργανης λίπανση K-Mg και της κοπριάς, ενώ συσχετίζεται σε μικρότερο βαθμό με την υγρασία του αέρα στους βιολογικούς ελαιώνες. Η πυκνότητα των ποωδών φυτών συσχετίζεται περισσότερο θετικά με τον δείκτη ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών και το ολικό N βιολογικούς ελαιώνες. Επίσης, η πυκνότητα των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών αυξάνεται με την αύξηση την οργανικής ουσίας του εδάφους στους βιολογικούς ελαιώνες, ενώ μειώνεται με την αύξηση των ανόργανων λιπασμάτων N και K στους συμβατικούς ελαιώνες. Όσο αφορά στα μακί και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες, η πυκνότητα των ποωδών φυτών μειώνεται καθώς αυξάνεται η έκταση του αγροοικοσυστήματος και με την έκθεσή τους, ενώ η πυκνότητα των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών αυξάνεται με την έκθεση των χωραφιών. Τέλος, από τις τρεις παραμέτρους που ταξιθετήθηκαν στο χώρο παρατηρήθηκε αύξηση της πυκνότητας των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών με την αύξηση της πυκνότητας των γαιοσκωλήκων και αύξηση της πυκνότητας των γαιοσκωλήκων καθώς αυξάνεται η πυκνότητα των ποωδών φυτών στους βιολογικούς ελαιώνες.



Σχήμα 22. Διάγραμμα ταξινότησης (RDA) της πυκνότητας των ποωδών φυτών, των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών, των γαιοσκωλήκων και των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί. (Ερμηνεία συμβόλων γραφήματος: O1...O10: Βιολογικοί ελαιώνες, C1...C10: Συμβατικοί ελαιώνες, A1...A10: Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες, M1...M10:Μακί, ΑΛΚ: Ανόργανη λίπανση Κ, ΑΛΝ: Ανόργανη λίπανση Ν, ΟΝ: Ολικό Ν, ΔΠΣΠ: Δείκτης ποικιλότητας Shannon ποωδών φυτών, ΥΑ: Υγρασία αέρα, ΑΛΚ-Mg: Ανόργανη λίπανση Κ-Mg, ΚΟΠ: Κοπριά, ΟΟ: Οργανική ουσία, ΕΚΘΧ: Έκθεση χωραφιού, ΕΚΤΧ: Έκταση χωραφιού).

4.4.2 Στην πυκνότητα των παραμέτρων κατά την εαρινή περίοδο

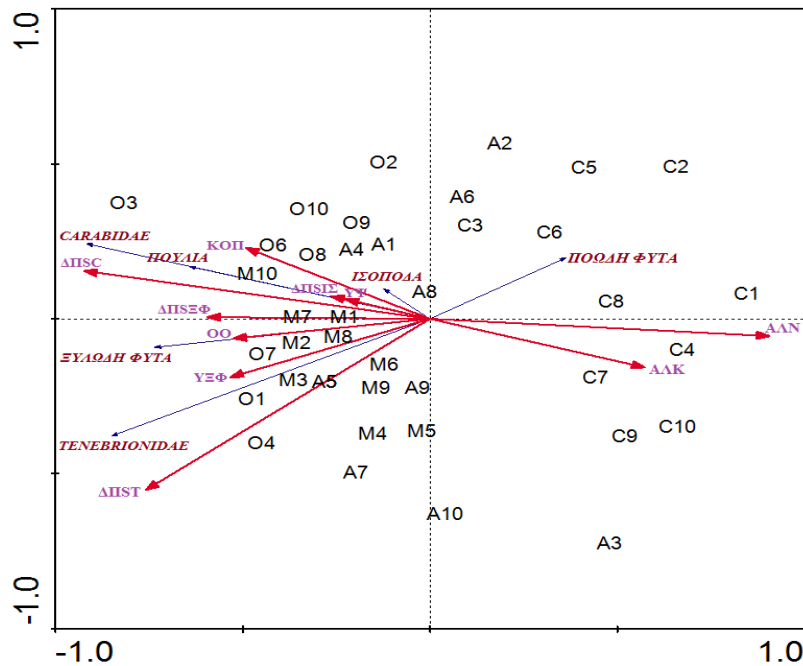
Σύμφωνα με την ανάλυση πλεονασμού (RDA), που χρησιμοποιήθηκε για την ταξινότηση των έξι παραμέτρων (ποώδη και ξυλώδη φυτά, αναπαραγόμενα είδη πουλιών, Carabidae, Tenebrionidae και ισόποδα) και των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων, παρατηρήθηκε ότι από το σύνολο των 42 γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων [Δείκτης ποικιλότητας Shannon, κάλυψη και βιομάζα ποωδών φυτών, δείκτης ποικιλότητας Shannon αναπαραγόμενων ειδών πουλιών, δείκτης ποικιλότητας Shannon, φυτοκάλυψη και ύψος ξυλωδών φυτών, δείκτης ποικιλότητας Shannon Carabidae, δείκτης ποικιλότητας Shannon Tenebrionidae, δείκτης ποικιλότητας Shannon ισόποδων, έκταση χωραφιού, υψόμετρο, κλίση εδάφους, θερμοκρασία και υγρασία αέρα, θερμοκρασία και υγρασία εδάφους, έκθεση χωραφιού, εφαρμογή κοπριάς, ζιζανιοκτόνου, εντομοκτόνου, μυκητοκτόνου, ανόργανης λίπανσης Κ-Mg, ανόργανης λίπανση Ν, ανόργανης λίπανση Κ, εδαφικά χαρακτηριστικά (άμμος, άργιλος, ιλύς, pH, ΙΑΚ, CaCO₃,

P, K, οργανική ουσία, C/N, φαινομενική πυκνότητα και χαλίκια εδάφους), φυλλοστρωμνή και διάβρωση εδάφους] που εξετάστηκαν, μόνο 10 βρέθηκαν σημαντικοί για την ερμηνεία της διακύμανσης της πυκνότητας των παραμέτρων στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί. Πιο αναλυτικά, αυτοί οι παράγοντες είναι οι εξής: εφαρμογή κοπριάς, δείκτης ποικιλότητας Shannon των ισοπόδων, των Carabidae, των ξυλωδών φυτών και των Tenebrionidae, υψόμετρο, οργανική ουσία εδάφους, ύψος ξυλωδών φυτών, εφαρμογή ανόργανης λίπανσης N και ανόργανης λίπανσης K.

Στον πίνακα 36 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την RDA ανάλυση αναφορικά με τις συσχετίσεις των παραμέτρων με τους γεωργικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες. Ο άξονας 1 εξηγεί το 65,6% της συνολικής διακύμανσης της πυκνότητας των παραμέτρων και συσχετίζεται με τον δείκτη ποικιλότητας Shannon των ξυλωδών φυτών, τον δείκτη ποικιλότητας Shannon των Carabidae, το υψόμετρο και την ανόργανη λίπανση N και K. Ο άξονας 2 ερμηνεύει το 27,6% της συνολικής διακύμανσης και συσχετίζεται με το δείκτη ποικιλότητας Shannon των Tenebrionidae. Ο άξονας 3 ερμηνεύει το 4,6% της συνολικής διακύμανσης και συσχετίζεται με το δείκτη ποικιλότητας Shannon των ισοπόδων, την κοπριά και την οργανική ουσία του εδάφους (Σχήμα 23).

Πίνακας 36. Αποτελέσματα της "ανάλυσης πλεονασμού" (RDA) για τις έξι παραμέτρους και τους γεωργικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Άξονες	1	2	3	Συνολική διακύμανση
Ιδιοτιμές:	0,656	0,276	0,046	1,000
Συσχετισμός είδους-γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων:	0,978	0,763	0,610	
Αθροιστικό ποσοστό διακύμανσης των ειδών:	65,60	93,20	97,80	
Αθροιστικό ποσοστό διακύμανσης της σχέσης είδους-γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων:	79,70	88,90	94,40	
Άθροισμα όλων των φυσικών ιδιοτιμών:				1,000
Άθροισμα των ιδιοτιμών όλων των αξόνων που είναι γραμμικοί συνδυασμοί των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων:				0,824



Σχήμα 23. Διάγραμμα ταξινόμησης (RDA) της πυκνότητας των ποωδών φυτών, των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών, των ξυλωδών φυτών, των Carabidae, των Tenebrionidae, των ισοπόδων και των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων. (Ερμηνεία συμβόλων γραφήματος, O1...O10: Βιολογικοί ελαιώνες, C1...C10: Συμβατικοί ελαιώνες, A1...A10: Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες, M1...M10: Μακί, ΑΛΚ: Ανόργανη λίπανση Κ, ΑΛΝ: Ανόργανη λίπανση Ν, ΔΠSC: Δείκτης ποικιλότητας Shannon των Carabidae, ΔΠΣΞΦ: Δείκτης ποικιλότητας Shannon των ξυλωδών φυτών, ΥΞΦ: Ύψος ξυλωδών φυτών, ΔΠST: Δείκτης ποικιλότητας Shannon των Tenebrionidae, ΥΨ: Υψόμετρο, ΚΟΠ: Κοπριά, ΟΟ: Οργανική ουσία, ΔΠΣΙΣ: Δείκτης ποικιλότητας Shannon των ισοπόδων).

Στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί η πυκνότητα των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών και των Carabidae συσχετίζεται θετικά με το δείκτη ποικιλότητας Shannon των Carabidae και των ξυλωδών φυτών και την εφαρμογή κοπριάς, ενώ συσχετίζονται αρνητικά με την ανόργανη λίπανση Ν και την ανόργανη λίπανση Κ στους συμβατικούς ελαιώνες. Επίσης, η πυκνότητα των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών συσχετίζεται θετικά με το υψόμετρο και το δείκτη ποικιλότητας Shannon των ισοπόδων στους βιολογικούς και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες. Ακόμη, η πυκνότητα των ισοπόδων αυξάνεται με αύξηση της εφαρμογής κοπριάς στους βιολογικούς ελαιώνες, του δείκτη ποικιλότητας Shannon των ισοπόδων και του υψομέτρου στα μακί, ενώ μειώνεται με αύξηση την ανόργανης λίπανσης Κ στους συμβατικούς ελαιώνες. Αναφορικά με την πυκνότητα των ξυλωδών φυτών, αυτή αυξάνεται με αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους, του δείκτη ποικιλότητας Shannon και του ύψους των ξυλωδών φυτών στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί. Όσο αφορά στην πυκνότητα των Tenebrionidae, αυτή συσχετίζεται

θετικά με το δείκτη ποικιλότητας Shannon των Tenebrionidae και το ύψος των ξυλωδών φυτών στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί. Επιπρόσθετα, η πυκνότητα των ποωδών φυτών σχετίζεται θετικά με την ανόργανη λίπανση N στους συμβατικούς ελαιώνες, ενώ σχετίζεται αρνητικά με το δείκτη ποικιλότητας Shannon των Tenebrionidae στους βιολογικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί (Σχήμα 23).

Σύμφωνα με την ταξιθέτηση των έξι παραμέτρων παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ της πυκνότητας των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών, των Carabidae και των ισοπόδων στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί. Επίσης, θετική συσχέτιση σημειώθηκε μεταξύ της πυκνότητας των ξυλωδών φυτών και των Tenebrionidae στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί, ενώ αρνητική συσχέτιση καταγράφηκε μεταξύ της πυκνότητας των Tenebrionidae και των ποωδών φυτών στους συμβατικούς ελαιώνες (Σχήμα 23).

4.4.3 Στις αποδόσεις των συμβατικών και των βιολογικών ελαιώνων

Τα μοντέλα που παρουσιάζονται στον πίνακα 37 περιλαμβάνουν από δύο μεταβλητές, τόσο για τους βιολογικούς όσο και για τους συμβατικούς ελαιώνες, που ερμηνεύουν αντίστοιχα το 88% και 85% της διακύμανσης (με βάση το adj. R²) των αποδόσεων των ελαιώνων. Αναλυτικότερα, οι αποδόσεις των βιολογικών ελαιώνων αυξάνονται καθώς αυξάνει η εφαρμογή κοπριάς και η πυκνότητα των γαιοσκωλήκων, ενώ οι αποδόσεις των συμβατικών ελαιώνων αυξάνονται με την αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους και της εφαρμογής της ανόργανης λίπανσης N.

Πίνακας 37. Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα των αποδόσεων στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων.

Σύστημα διαχείρισης	F	df	Adj.R ²	Likelihood Ratio χ^2	AIC*	P	Μοντέλο (Εξίσωση)**
Βιολογικοί	37,15	2	0,88	24,52	27,94	0,00	2,78(ΚΟΠ)+0,03(ΠΓ)+14,67
Συμβατικοί	121,74	2	0,85	35,77	25,97	0,00	3,13(ΟΟ)+4,27(ΑΛΝ)+3,98

Επεξήγηση συντημήσεων: *AIC (Akaike κριτήριο πληροφορίας), **ΚΟΠ: Κοπριά, ΠΓ: Πυκνότητα γαιοσκωλήκων, ΟΟ: Οργανική ουσία, ΑΛΝ: Ανόργανη λίπανση N.

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Συστήματα διαχείρισης ελαιώνων

5.1.1 Επιδράσεις στις αποδόσεις των ελαιώνων

Την καλλιεργητική χρονιά (2009) παρατηρήθηκαν μειωμένες αποδόσεις τόσο ως προς τις βρώσιμες ελιές όσο και ως προς το ελαιόλαδο, εξαιτίας του φαινομένου της μερικής παρενιαυτοφορίας που χαρακτηρίζει τους ελαιώνες, δηλαδή μια χρονιά υψηλής παραγωγής ακολουθείται από χρονιά μειωμένης παραγωγής. Το φαινόμενο αυτό πιθανόν οφείλεται στον ανταγωνισμό μεταξύ βλάστησης και καρπών κατά τη χρονιά της υψηλής καρποφορίας με αποτέλεσμα να επέρχονται μειωμένες αποδόσεις την επόμενη χρονιά (Θερίος 2005). Σύμφωνα με τον Γερονίκο (2010) η εκδήλωση του φαινομένου αυτού οφείλεται στη μείωση της περιεκτικότητας των ελαιόδεντρων σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο κάτω από τις κρίσιμες τιμές κατά τη διάρκεια του έτους αυξημένης παραγωγής.

Αντίθετα, η καλλιεργητική χρονιά 2010 μπορεί να χαρακτηριστεί από την άποψη των κλιματικών συνθηκών ως μια ευνοϊκή χρονιά για την παραγωγή ελαιοκάρπου. Κανένα ακραίο μετεωρολογικό φαινόμενο δεν έπληξε την περιοχή έρευνας (π.χ. πλημμύρες, όψιμοι παγετοί) και οι αποδόσεις των ελαιόδεντρων ήταν σε αρκετά καλά επίπεδα τόσο στους συμβατικούς όσο και στους βιολογικούς ελαιώνες.

Όσο αφορά στην οικονομική πρόσοδο αυτή ήταν υψηλότερη για τις βρώσιμες ελιές και το ελαιόλαδο των βιολογικών ελαιώνων σε σχέση με τους συμβατικούς ελαιώνες και για τις δυο καλλιεργητικές περιόδους (2009 και 2010). Αυτό προφανώς οφείλεται στην υψηλότερη τιμή των βιολογικών προϊόντων (ελαιόλαδο – βρώσιμες ελιές) σε σχέση με την τιμή των συμβατικών προϊόντων. Επιπρόσθετα, η πρόσθετη ενίσχυση (72 €/στρ.) που παρέχονταν στους καλλιεργητές των βιολογικών ελαιώνων έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση της οικονομικής προσόδου.

5.1.2 Επιδράσεις στις φυσικοχημικές παραμέτρους του εδάφους

Ανάμεσα στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί της περιοχής όπου διεξήχθη η έρευνα, παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ως προς τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους [Ικανότητα Ανταλλαγής κατιόντων (ΙΑΚ), φώσφορος (P), οργανική ουσία, ολικό άζωτο (N), νιτρικά ιόντα (NO_3^-), αμμωνιακά ιόντα (NH_4^+), αναλογία στην περιεκτικότητα άνθρακα-άζωτου (C/N) και φαινομενική πυκνότητα

εδάφους]. Η ΙΑΚ ήταν σημαντικά υψηλότερη στα μακί, στους βιολογικούς και στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες σε σχέση με τους συμβατικούς ελαιώνες. Αυτό πιθανόν σχετίζεται με την εξάρτηση της Ικανότητας Ανταλλαγής Κατιόντων από το ποσοστό και τον τύπο των ορυκτών της αργίλου και από το περιεχόμενο του εδάφους σε οργανική ουσία (Stockdale et al. 2002), που στην παρούσα έρευνα υπερέχει στα μακί και στους βιολογικούς ελαιώνες. Σε εύκρατες περιοχές, το 30-65% της Ικανότητας Ανταλλαγής Κατιόντων των ανόργανων εδαφών προέρχεται από την οργανική ουσία (Stockdale et al. 2002). Εξάλλου, έχει βρεθεί ότι στη βιολογική γεωργία η επαναλαμβανόμενη εφαρμογή κοπριάς αύξησε την Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων του επιφανειακού στρώματος του εδάφους, λόγω της αύξησης της οργανικής ουσίας του εδάφους (Eghball 2002, Von Lützw et al. 2007). Ακόμη, μια άλλη πιθανή εξήγηση της μειωμένης Ικανότητας Ανταλλαγής Κατιόντων στους συμβατικούς ελαιώνες είναι η εφαρμογή των ανόργανων λιπασμάτων (π.χ. αμμωνιακά λιπάσματα, λίπανση καλίου) τα οποία προκαλούν μείωση της Ικανότητας Ανταλλαγής Κατιόντων (Garz et al. 1993, Pernes-Debuyser and Tessier 2004).

Η μέση συγκέντρωση του φωσφόρου (P) βρέθηκε σημαντικά υψηλότερη στα μακί και στους βιολογικούς ελαιώνες σε αντίθεση με τους συμβατικούς και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες όπου ήταν χαμηλότερη. Η διαθεσιμότητα του φωσφόρου του εδάφους εξαρτάται από τη συγκέντρωσή του στο εδαφικό διάλυμα, από το κλίμα της περιοχής και από άλλες ιδιότητες του εδάφους, όπως το pH και το ποσοστό της αργίλου (Μήτσιος et al. 2004). Επίσης, η κοπριά, που εφαρμόζεται ως μέσο παροχής οργανικής ουσίας και θρεπτικών στοιχείων (N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO) στους βιολογικούς ελαιώνες, μπορεί να οδηγήσει σε συσσώρευση φωσφόρου στο έδαφος (Eghball et al. 2005, Schwartz and Dao 2005), επειδή ο λόγος N/P των περισσότερων τύπων κοπριάς είναι μικρότερος από τον αντίστοιχο λόγο των περισσότερων καλλιεργειών (Whalen et al. 2001). Παρόλα αυτά οι Whalen and Chang (2002) υποστήριξαν ότι η κοπριά μπορεί να περιορίσει την απώλεια φωσφόρου από τα γεωργικά εδάφη, βελτιώνοντας τη συσσωμάτωση και άρα περιορίζοντας τη διάβρωση του εδάφους. Στο συμβατικό καλλιεργητικό σύστημα, οι ποσότητες των ανόργανων λιπασμάτων που εφαρμόζονται, στοχεύουν στη διατήρηση ή στην αύξηση του εδαφικού φωσφόρου. Όμως είναι δυνατό ο φώσφορος να σχηματίζει ενώσεις με άλλα στοιχεία (Al, Fe, Mg και Ca), με αποτέλεσμα βραχυπρόθεσμα να μην είναι άμεσα διαθέσιμος στα φυτά (Stockdale et al. 2002, Νικολαΐδου 2007). Οι Schjønning et al. (2002) και οι Gosling and Shepherd (2005)

βρήκαν σε συγκριτικές μελέτες βιολογικών και συμβατικών αροτραίων καλλιεργειών, όπου οι βιολογικοί αγροί δεν είχαν δεχθεί εφαρμογή οργανικής λίπανσης, σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση P στους συμβατικούς από τους βιολογικούς αγρούς. Αξιοσημείωτο ακόμη είναι το γεγονός της μειωμένης συγκέντρωσης φωσφόρου στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες, το οποίο πιθανόν να οφείλεται στις αλλαγές της δομής και της σύνθεσης της βλάστησης που συμβαίνουν κατά την εγκατάλειψη των αγροοικοσυστημάτων, η οποία επηρεάζει τις χημικές και φυσικές ιδιότητες του εδάφους (James et al. 2003).

Η οργανική ουσία θεωρείται ζωτικό συστατικό ενός υγιούς εδάφους, καθώς το βελτιώνει, το εφοδιάζει με θρεπτικά στοιχεία (άζωτο, φώσφορο και θείο) και ωφέλιμους μικροοργανισμούς αναγκαίους για κάθε φυτό (Κουκουλάκης et al. 2000). Υψηλό ποσοστό οργανικής ουσίας βρέθηκε από την παρούσα έρευνα στα μακί και στους βιολογικούς ελαιώνες σε σχέση με τους εγκαταλειμμένους και τους συμβατικούς ελαιώνες. Πιθανή αιτία είναι ο τύπος της βλάστησης, το ποσοστό φυτοκάλυψης (Κουλούρη 2004), η μακρόχρονη προσθήκη κοπριάς και άλλων οργανικών υλικών λίπανσης (φυτικά υπολείμματα από τη συγκομιδή και τα κλαδευτικά των ελαιώνων) στην περίπτωση των βιολογικών ελαιώνων, τα οποία αυξάνουν την περιεχόμενη οργανική ουσία των εδαφών εξαιτίας των οργανικών ενώσεων C που περιέχουν. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν οι Whalen and Chang (2002) και Cook et al. (2007) από έρευνες, σε καλλιέργειες δημητριακών σε διάφορα εδάφη. Επιπλέον, τα προστιθέμενα οργανικά υλικά παρέχουν στους οργανισμούς του εδάφους οργανικό C και θρεπτικά στοιχεία ταυτόχρονα (Min et al. 2003). Κατά συνέπεια, τα εδάφη που λιπαίνονται με οργανικά υλικά χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη βιολογική δραστηριότητα και είναι πιθανόν να εμφανίζουν υψηλότερους ρυθμούς αποικοδόμησης της οργανικής ουσίας από εδάφη που δέχονται χημική λίπανση (Jarecki and Lal 2003). Όμως, η εφαρμογή ανόργανων λιπασμάτων μπορεί να οδηγήσει και σε αύξηση της οργανικής ουσίας, λόγω της παραγωγής περισσότερων υπολειμμάτων της καλλιέργειας (Jiao et al. 2006), στις περιπτώσεις όμως εκείνες που τα υπολείμματα επιστρέφουν στο έδαφος.

Όσο αφορά στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες, αυτοί συγκρατούν ικανοποιητική φυτική κάλυψη και βελτιώνονται με το χρόνο λόγω συσσώρευσης των οργανικών υπολειμμάτων (Trimble 1990). Οι Martinez-Fernandez et al. (1996) αναφέρουν θετική επίδραση στην οργανική ουσία του εδάφους από την εγκατάλειψη της γης. Ειδικότερα, εδάφη που εγκαταλείφθηκαν για μια περίοδο άνω των δέκα ετών πλησίασαν τα

χαρακτηριστικά που είχαν πριν την καλλιέργεια. Η εγκατάλειψη οδήγησε στη βελτίωση των εδαφικών χαρακτηριστικών, όπως αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους.

Τα μακί και οι βιολογικοί ελαιώνες της περιοχής έρευνας βρέθηκε ότι διαθέτουν σημαντικά υψηλότερη μέση τιμή της αναλογίας C/N σε σχέση με τους συμβατικούς και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες. Η εφαρμογή κοπριάς και οργανικών λιπασμάτων στους βιολογικούς ελαιώνες πιθανόν συνέβαλε στην αύξηση του λόγου C/N, εξαιτίας της περιεκτικότητάς τους σε οργανική ουσία και σε θρεπτικά στοιχεία (Bevacqua 1993). Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας είναι σύμφωνα με εκείνα των Abdel-Nasser and Harash (2001) και Mohammed et al. (2010) οι οποίοι βρήκαν ότι η εφαρμογή κοπριάς και οργανικών λιπασμάτων βελτιώνει τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του εδάφους, όπως το C/N και ευνοεί την ανάπτυξη της καλλιέργειας της ελιάς και της αχλαδιάς.

Στην περιοχή έρευνας ορισμένα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους (ΙΑΚ, Ρ, οργανική ουσία και λόγος C/N) βρέθηκαν σε υψηλές ποσότητες στα μακί. Μία πιθανή εξήγηση είναι ότι σε εδάφη που καλύπτονται από φυσική βλάστηση, στα οποία η διατήρηση της γονιμότητας στηρίζεται σε φυσικές διαδικασίες ανακύκλωσης των θρεπτικών στοιχείων, καταγράφονται υψηλότερες τιμές φυσικοχημικών χαρακτηριστικών σε σύγκριση με εδάφη διαφόρων γεωργικών καλλιεργειών (Unger 1997, Kosmas et al. 2000). Ακόμη, τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους (π.χ. Ρ, οργανική ουσία κ.ά.) φυσικών οικοσυστημάτων επηρεάζονται περισσότερο από την κάλυψη των φυτών και λιγότερο από τα είδη των φυτών, σύμφωνα με τους Rutigliano et al. (2004). Επιπλέον μια άλλη πιθανή εξήγηση είναι ότι στα φυσικά οικοσυστήματα επικρατεί μια κατάσταση σχετικής σταθερότητας, η οποία συμβάλλει στη διατήρηση της δομής και της λειτουργίας τους για μεγάλο χρονικό διάστημα σε σύγκριση με τα αγροοικοσυστήματα. Οποιαδήποτε διαταραχή συμβεί, το φυσικό οικοσύστημα είναι σε θέση να ανταποκριθεί γρήγορα και να επιστρέψει στην κατάσταση που βρισκόταν πριν από τη διαταραχή με αποτέλεσμα να διατηρείται η γονιμότητα του εδάφους (θρεπτικά, φυσικοχημικά χαρακτηριστικά) και η ισορροπία του οικοσυστήματος (Altieri 1995).

Μια τελείως διαφορετική εικόνα παρατηρήθηκε για τη μέση συγκέντρωση του ολικού αζώτου (N), των νιτρικών ιόντων (NO_3^-) και των αμμωνιακών ιόντων (NH_4^+) στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί. Οι συμβατικοί ελαιώνες έδειξαν υψηλότερες τιμές από τους βιολογικούς και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί, πιθανόν λόγω της ανόργανης αζωτούχου λίπανσης που εφαρμόστηκε στους συμβατικούς ελαιώνες, όπως αναφέρουν και οι Vaisvila et al. (2002) και Sabiene et al. (2010) για

διάφορα εδάφη σε καλλιέργεια κριθαριού, παρά την προσθήκη κοπριάς στα αντίστοιχα βιολογικά συστήματα. Η εφαρμογή κοπριάς στις βιολογικές καλλιέργειες πιθανόν δεν αυξάνει το ολικό άζωτο επειδή δεν εφαρμόζεται σε ποσότητες μεγαλύτερες από αυτές που είναι απαραίτητες για τις ανάγκες της καλλιέργειας (Eghball 2002). Οι Meysner et al. (2006) αναφέρουν ότι το ολικό άζωτο, τα νιτρικά και τα αμμωνιακά ιόντα σχετίζονται με το σύστημα διαχείρισης του αγροοικοσυστήματος. Σχετική έρευνα έδειξε ότι η προσθήκη αζώτου στο έδαφος μέσω οργανικών πρόσθετων, συμπεριλαμβανομένων των φυτικών υπολειμμάτων, μπορεί να παρέχει την απαραίτητη ποσότητα σε ανόργανο άζωτο και να παράγει σοδειές παρόμοιες με αυτές των συμβατικών καλλιεργειών (Μονοκρούσος 2007). Η έλλειψη όμως καλλιεργητικής φροντίδας στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες (λίπανση, θερισμός ποωδών φυτών κ.ά.) ίσως είχε ως αποτέλεσμα τα χαμηλά επίπεδα αζώτου, NO_3^- και NH_4^+ στο έδαφος. Επίσης, μετά την εγκατάλειψη των ελαιώνων, οι αλλαγές στη σύνθεση της βλάστησης πιθανόν να επηρέασαν τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους (García et al. 2007). Μελέτη έχει δείξει ότι η συσσώρευση του αζώτου στο έδαφος σχετίζεται με την αφθονία συγκεκριμένων λειτουργικών τύπων φυτών (Knops and Tilman 2000).

Ομοίως, όσο αφορά στη μέση φαινομενική πυκνότητα του εδάφους αυτή σημείωσε την υψηλότερη τιμή στους συμβατικούς ελαιώνες, ακολουθούμενη από τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες, ενώ ήταν χαμηλότερη στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί. Ως πιθανή εξήγηση θα μπορούσε να αναφερθεί η διαπίστωση ότι η αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους μειώνει τη φαινομενική πυκνότητα, λόγω της μικρής πυκνότητάς της και της αύξησης της σταθερότητας των εδαφικών συσσωματωμάτων (Barzegar et al. 2002, Mariscal et al. 2007). Συνεπώς, η υψηλή περιεκτικότητα των εδαφών των βιολογικών ελαιώνων και των μακί σε οργανική ουσία σε σχέση με τους εγκαταλειμμένους και τους συμβατικούς ελαιώνες ίσως να συνετέλεσε στη χαμηλή τιμή της φαινομενικής πυκνότητας των βιολογικών ελαιώνων και των μακί και αντίστροφα στην υψηλή φαινομενική πυκνότητα στους συμβατικούς ελαιώνες. Σύμφωνα με τον Eghball (2002), η προσθήκη κοπριάς, αυξάνοντας την οργανική ουσία, μπορεί να μειώσει τη φαινομενική πυκνότητα του επιφανειακού ορίζοντα των εδαφών. Επίσης σε συστήματα όπως οι βιολογικοί ελαιώνες της παρούσας έρευνας, τα οποία συνοδεύονται από επιστροφή υπολειμμάτων, παρατηρείται μείωση της φαινομενικής πυκνότητας (Fausey et al. 1994) και αύξηση της συσσωμάτωσης των εδαφικών τεμαχιδίων και της περιεκτικότητας του εδάφους σε οργανική ουσία (Pare et al. 1999).

5.1.3 Επιδράσεις στη διάβρωση του εδάφους

Από τη μελέτη του είδους της διάβρωσης διαπιστώθηκε ότι κατά τα έτη 2009 και 2010 η διάβρωση χαρακτηρίστηκε ως «επιφανειακή κατά στρώσεις», δηλαδή αφαίρεση ενός σχετικά ομοιόμορφου λεπτού στρώματος από την επιφάνεια του εδάφους (Meyer et al. 1981, Μήτσιος et al. 1995) στους συμβατικούς ελαιώνες και κατά τόπους στους βιολογικούς και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες. Προφανώς, στους συμβατικούς ελαιώνες σε μεγαλύτερο βαθμό και στους βιολογικούς και στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες σε μικρότερο βαθμό έλαβαν χώρα διαδικασίες απόσπασης των εδαφικών υλικών με τη σύγκρουση των σταγόνων βροχής και της μεταφοράς των αποσπασθέντων υλικών με την απορροή (Kinnell 1991, Sharma 1995). Οι πρακτικές διαχείρισης, το ποσοστό φυτοκάλυψης (σημαντικά μειωμένο στους συμβατικούς ελαιώνες), η ένταση και ποσότητα της βροχής, η αντίσταση του εδάφους στη διάβρωση και η κλίση του εδάφους πιθανόν να αποτέλεσαν παράγοντες που συνετέλεσαν στη διάβρωση του εδάφους στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων. Από τους Pimental et al. (1976) έχει διαπιστωθεί ότι η μέση απώλεια επιφανειακού εδάφους στις αγροτικές περιοχές κυμαίνεται από 12 έως 28 tn/ha καλλιεργήσιμης γης. Η έκταση της διάβρωσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες αλλά ο τρόπος διαχείρισης της καλλιέργειας φαίνεται να παίζει τον σημαντικότερο ρόλο (Βαγγελάτου 2010).

Σύμφωνα με το μοντέλο WEPP, παρατηρήθηκε στους συμβατικούς ελαιώνες διπλάσια ποσότητα αποσπώμενων υλικών απ' ότι στους βιολογικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες, αντίστοιχα, ενώ καταγράφηκε στους συμβατικούς ελαιώνες τριπλάσια ποσότητα αποσπώμενων υλικών από ότι στα μακί. Παρόμοια ποσότητα διαβρούμενων υλικών καταγράφηκε στους βιολογικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί. Από τα δεδομένα της EMY διαπιστώνεται ότι κατά τα έτη 2009 τα πλέον έντονα συμβάντα βροχής που προκάλεσαν εδαφικές απώλειες, συνέβησαν κατά τους μήνες Ιανουάριο, Οκτώβριο και Δεκέμβριο και κατά το έτος 2010 τους μήνες Ιανουάριο, Μάιο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο. Συμπεραίνεται επομένως ότι η κρίσιμη χρονική περίοδος για τη διάβρωση των εδαφών των συστημάτων διαχείρισης των ελαιώνων είναι αυτή από τον Μάιο μέχρι και τον Ιανουάριο. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία για τα εδάφη των ελαιώνων του Νομού Μαγνησίας λαμβανομένου υπ' όψιν ότι αυτή την περίοδο λαμβάνουν χώρα κάποιες από τις καλλιεργητικές φροντίδες στους ελαιώνες που καθιστούν τα εδάφη ιδιαίτερα ή λιγότερο ευαίσθητα στη διάβρωση.

Συγκεκριμένα, στους συμβατικούς ελαιώνες το Μάιο πραγματοποιείται ψεκάσμος των ζιζανίων με ζιζανιοκτόνο με αποτέλεσμα να υπάρχει μείωση σε μεγάλο ποσοστό της φυτικής κάλυψης και σύμφωνα με την κινητική ενέργεια και την ένταση της βροχής, το βάθος και τη ταχύτητα της επιφανειακής ροής, την κλίση, την τραχύτητα της εδαφικής επιφάνειας, τη διατμητική αντοχή, τη σταθερότητα των συσσωματωμάτων στο νερό και την περιεκτικότητα σε νερό του εδάφους προκαλείται διαφόρου βαθμού επιφανειακή κατά στρώσεις διάβρωση (Sharma 1995). Έχει διαπιστωθεί αλληλεπίδραση μεταξύ βροχόπτωσης και απορροής και αναφέρεται σχετικά ότι η μεταφορά του 85% της εδαφικής απώλειας από τις περιοχές επιφανειακής κατά στρώσεις διάβρωσης, θα μπορούσε να αποδοθεί στην επαύξηση της ικανότητας μεταφοράς της ροής με τη σύγκρουση των σταγόνων και μόνο το 15% αποδίδεται στην αδιατάρακτη ροή (Guy et al. 1987). Η ρηχή ροή της επιφανειακής κατά στρώσεις διάβρωσης από μόνη της είναι λιγότερο αποτελεσματική στη μεταφορά υλικών παρά όταν προσκρούουν σε αυτή σταγόνες βροχής (Moss 1988, Kinell 1990).

Αναφορικά με τη διάβρωση, βρέθηκε ότι τα χημικά λιπάσματα που εφαρμόζονται στους συμβατικούς ελαιώνες μειώνουν τους πληθυσμούς των μικροοργανισμών του εδάφους, που ενισχύουν τη συνοχή του εδάφους και δημιουργείται έτσι μια δομή που ανθίσταται στη διάβρωση. Έτσι το έδαφος διαβρώνεται πολύ γρηγορότερα, δηλαδή με τις βροχές και τον άνεμο απομακρύνεται το επιφανειακό χώμα μαζί με όλα τα θρεπτικά συστατικά (Naeem et al. 2009). Από μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Montgomery et al. (2007), κατά την οποία συγκρίνονται τα ποσοστά διάβρωσης διαφορετικών τύπων εδαφών, προέκυψε ότι το υψηλότερο ποσοστό διάβρωσης εμφανίζεται σε εδάφη συμβατικής γεωργίας.

Όσο αφορά στους βιολογικούς και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί η ποσότητα των αποσπόμενων υλικών περιορίζεται σε παρόμοια επίπεδα. Αυτό πιθανόν οφείλεται στη φυτική κάλυψη που διατηρείται στους βιολογικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί, η οποία είναι σημαντική για την προστασία των εδαφών από τη διάβρωση και επιτυγχάνεται με τους εξής τρόπους: α) με την παρεμβολή του φυτού στην καθοδική πορεία των σταγόνων της βροχής, με συνέπεια τη μείωση της κινητικής τους ενέργειας, β) με την προαγωγή της συνένωσης των εδαφικών τεμαχιδίων που εξασφαλίζει η παρουσία του ριζικού συστήματος των φυτών και γ) με την προσφορά οργανικής ουσίας στο έδαφος (η προστασία που παρέχει οφείλεται στις χουμικές ενώσεις και τα φυτικά υπολείμματα) η οποία προάγει τη δημιουργία σταθερών συσσωματωμάτων

(Σινάνης 1997, Αγοράκη 2004). Όταν ένα έδαφος έχει υψηλό ποσοστό περιεκτικότητας σε κολλοειδή οργανική ουσία, απαιτείται περισσότερη ενέργεια από τις σταγόνες της βροχής, για να καταστραφεί η δομή του. Θα μπορούσε να πει κανείς ότι η διαβρωσιμότητα του εδάφους μειώνεται γραμμικά όσο αυξάνεται η οργανική ουσία, χωρίς όμως αυτό να αποτελεί κανόνα (Morgan 1986).

Εξάλλου, εδώ και δεκαετίες έχει διατυπωθεί η θεωρία: όσο αυξάνεται η βλάστηση των θάμνων, τόσο αυξάνεται η προστασία των εδαφικών πόρων και μειώνεται η διάβρωση του εδάφους (Francis and Thornes 1990, Alias et al. 1997). Η βλάστηση στα φυσικά οικοσυστήματα με τον πυκνό θόλο που σχηματίζει εμποδίζει αποτελεσματικά την άμεση πρόσκρουση της βροχής στο έδαφος (πριν πέσουν στο έδαφος συναντούν την κόμη των δένδρων) όμως δεν είναι πάντα αποτελεσματική στη μείωση της απορροής του νερού, εκτός κι αν είναι πλούσια σε θαμνώδη και ποώδη είδη (Συλλαίος 1990). Επίσης, λόγω της αφθονίας χουμικών ουσιών και έντονης βιολογικής δραστηριότητας στα φυσικά εδάφη οι κόκκοι εδάφους είναι συγκολλημένοι μεταξύ τους με ισχυρούς ηλεκτρικούς δεσμούς και έτσι δυσχεραίνεται η απόσπαση και παράσυρσή τους προς τα κάτω με την απορροή (Αγοράκη 2004).

Σύμφωνα με τους Sánchez (2004), Cárdenas et al. (2006) και Guzmán and Alonso (2008) η φυτική κάλυψη σε ελαιώνες με βιολογική διαχείριση βοηθάει στην αντιμετώπιση της διάβρωσης του εδάφους με αποτέλεσμα να ευνοείται και να προωθείται η περιβαλλοντική βιωσιμότητα των ελαιώνων. Οι Grove and Rackham (2001) επισημαίνουν ότι στη λεκάνη της Μεσογείου και των περιοχών με υψηλό κίνδυνο διάβρωσης, η εγκατάλειψη της γης ακολουθείται από αναγέννηση της φυσικής βλάστησης με αποτέλεσμα τη μείωση της διάβρωσης του εδάφους.

Επίσης, οι Koulouri and Giourga (2007) βρήκαν ότι σε περιοχές όπου κυριαρχούν τα ετήσια είδη ποωδών φυτών υπάρχει ένα παχύ στρώμα με ρίζες που καλύπτει τα πρώτα εκατοστά της επιφάνειας του εδάφους όπου δρα η απορροή (Sarlis 1998, de Graaff and Errink 1999), έχοντας ως αποτέλεσμα τη μείωση της διάβρωσης (Morgan 1986). Έτσι, εδαφικές επιφάνειες που καλύπτονται από ετήσια ποώδη φυτά έχουν μικρότερη διάβρωση από εκείνες που καλύπτονται από θάμνους και οι επιφάνειες που καλύπτονται με θάμνους έχουν μικρότερη διάβρωση από τις γυμνές επιφάνειες εδάφους.

5.1.4 Επιδράσεις στη βιοποικιλότητα

5.1.4.1 Φυτική ποικιλότητα, πυκνότητα και κάλυψη

α. Ποώδη φυτά

Στους ελαιώνες το ποσοστό κάλυψης του εδάφους με ποώδη βλάστηση θεωρείται το κλειδί των αγροπεριβαλλοντικών δεικτών (García Torres 2008). Για την περιοχή έρευνας η υψηλότερη μέση (%) κάλυψη των ποωδών φυτών βρέθηκε στους βιολογικούς ελαιώνες, ακολούθησαν οι συμβατικοί ελαιώνες, ενώ η χαμηλότερη μέση (%) κάλυψη καταγράφηκε στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί και στις δυο περιόδους δειγματοληψίας (χειμερινή και εαρινή). Αυτό πιθανόν οφείλεται στο γεγονός ότι στη βιολογική γεωργία εξαιτίας της γονιμότητας του εδάφους από τις μακροχρόνιες αειφορικές πρακτικές και την εφαρμογή οργανικής λίπανσης, με αποτέλεσμα τον εμπλουτισμό των βιολογικών ελαιώνων με θρεπτικά συστατικά, παρατηρείται υψηλότερη κάλυψη ποωδών φυτών σε σύγκριση με τη συμβατική γεωργία (Deveikyte et al. 2009, Solomou et al. 2013).

Οι εγκαταλειμμένοι ελαιώνες και τα μακί παρουσίασαν τις χαμηλότερες τιμές κάλυψης των ποωδών φυτών πιθανόν λόγω της αυξημένης συγκόμωσης των δένδρων που επηρεάζει καθοριστικά τη διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία για τα φυτά τα οποία αναπτύσσονται στον υπόροφο και συνεπώς τη σύνθεση της βλάστησης και την κάλυψη (Papanastasis 1996). Η έντονη σκίαση επηρεάζει άμεσα τη φωτοσυνθετική ικανότητα των ειδών που αναπτύσσονται στον υπόροφο (Bergez et al. 1997) με αποτέλεσμα, ελάχιστα μόνο σκιανθεκτικά είδη να αναπτύσσονται κάτω από πολύ έντονη σκίαση.

Η αλληλεπίδραση του συστήματος διαχείρισης των ελαιώνων και της εποχής ήταν σημαντική, ενδεχομένως εξαιτίας της συγκομιδής των ελαιώνων το χειμώνα, η οποία είχε ως αποτέλεσμα την καταπάτηση της ποώδους βλάστησης. Επιπλέον, το χειμώνα απαντώνται στους ελαιώνες και γενικά στα αγροτικά οικοσυστήματα τα χειμερινά ποώδη φυτά που φυτρώνουν το φθινόπωρο ή νωρίς το χειμώνα και ξηραίνονται νωρίς το καλοκαίρι, ενώ την άνοιξη εκτός από τα χειμερινά φυτά τα οποία προϋπάρχουν, αναπτύσσονται τα εαρινά και τα θερινά φυτά τα οποία φυτρώνουν την άνοιξη έως νωρίς το καλοκαίρι, φθάνουν στο μέγιστο της ανάπτυξής τους και ξηραίνονται το φθινόπωρο (Γιαννοπολίτης 2009). Ακόμη, η αύξηση των φυτών επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις κλιματικές συνθήκες, ιδίως από τη θερμοκρασία αέρα και τα κατακρημνίσματα (Papanastasis 1981), που είναι ευνοϊκότερες κατά την εαρινή περίοδο. Στα Μεσογειακά περιβάλλοντα η υγρασία είναι περιοριστικός παράγοντας της παραγωγικότητας των

οικοσυστημάτων κατά τη διάρκεια του έτους (Le Houreou and Hoste 1977, Naveh 1982), εξαιτίας του ότι μεγάλες ποσότητες κατακρημνισμάτων δεν είναι αποτελεσματικές για τα φυτά, αφού το μεγαλύτερο μέρος τους πέφτει κυρίως το χειμώνα, όταν τα φυτά μπορούν να χρησιμοποιήσουν πολύ μικρές ποσότητες εξαιτίας των χαμηλών θερμοκρασιών (Call and Roundy 1991).

Στα οικοσυστήματα που μελετήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής, η παραχθείσα βιομάζα της ποώδους βλάστησης μειώθηκε σταδιακά από τους βιολογικούς προς τους συμβατικούς ελαιώνες, τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί, όπου και παρουσίασε την ελάχιστη τιμή της. Κατά κανόνα και με βάση τις αειφορικές πρακτικές που εφαρμόζονται στη βιολογική γεωργία παρατηρείται μεγαλύτερος αριθμός ειδών ποωδών φυτών και υψηλότερη πυκνότητα και βιομάζα αυτών σε σύγκριση με τη συμβατική γεωργία (Mader et al. 2002, Roschewitz 2005). Ακόμη, ίσως η χρήση οργανικής λίπανσης στους βιολογικούς ελαιώνες έναντι αγροχημικών στους συμβατικούς ελαιώνες έχει ως αποτέλεσμα τη διαφοροποίηση της βιομάζας στα δύο συστήματα διαχείρισης. Άλλοι πιθανοί λόγοι θα μπορούσαν να είναι οι εξής: στους βιολογικούς ελαιώνες της περιοχής έρευνας το έδαφος είναι περισσότερο παραγωγικό, έχει καλύτερη δομή, καλύτερη στράγγιση, αλλά και συγκράτηση της εδαφικής υγρασίας και περιέχει περισσότερες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων για την ανάπτυξη των ποωδών φυτών και την αύξηση της βιομάζας τους. Σύμφωνα με τους Solomou and Sfougaris (2011) όσο αυξάνεται ο χρόνος ένταξης των ελαιώνων στη βιολογική γεωργία τόσο βελτιώνεται η γονιμότητα και η παραγωγικότητα του εδάφους και αυξάνεται η βιομάζα των ποωδών φυτών σε σχέση με τους συμβατικούς ελαιώνες.

Η χαμηλή παραγωγή ποώδους βιομάζας στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί οφείλεται στο γεγονός ότι αυτή αρχίζει να επηρεάζεται από την παρουσία των δένδρων, όταν αρχίσει το κλείσιμο της κομοστέγης τους (Cole and Newton 1986, Mathew et al. 1992). Κατά τους Hawke (1991) και Papanastasis (1996), η παραγωγή της βλάστησης του υπορόφου μειώνεται σημαντικά με την αύξηση της συγκόμωσης του ανωρόφου σε δασολιβαδικά οικοσυστήματα. Επίσης, αυτή η διαπίστωση συμφωνεί και με προηγούμενη έρευνα (Karakosta and Papanastasis 2007), σύμφωνα με την οποία η αύξηση της κάλυψης των θάμνων συνετέλεσε στη μείωση της ποώδους βλάστησης στους βοσκοτόπους.

Με βάση τον πλούτο ειδών, τους δείκτες ποικιλότητας (Shannon-Weiner, Simpson, Margalef, McIntosh, Brilluin και Q-στατιστικής) και το δείκτη ισοκατανομής των

ποωδών ειδών διαπιστώθηκε ότι την υψηλότερη ποικιλότητα παρουσίασαν οι βιολογικοί ελαιώνες, ακολούθησαν οι εγκαταλειμμένοι και οι συμβατικοί ελαιώνες, ενώ τη χαμηλότερη ποικιλότητα παρουσίασαν τα μακί και στις δυο εποχές (Χειμώνας και Άνοιξη). Η μεγαλύτερη ποικιλότητα που καταγράφηκε στους βιολογικούς ελαιώνες δεν οφείλονταν μόνο στο μεγαλύτερο αριθμό φυτικών ειδών, αλλά επίσης στο γεγονός ότι η αφθονία ήταν πιο ομοιόμορφα κατανομημένη ανάμεσα στα είδη. Έχει επαρκώς τεκμηριωθεί η συμβολή της βιολογικής γεωργίας στη διατήρηση του πλούτου και της ποικιλότητας των ποωδών φυτών, καθώς αποκλείει τη χρήση ζιζανιοκτόνων και χημικών συνθετικών λιπασμάτων, στοχεύει στη μείωση της αζωτούχου λίπανσης και ευνοεί τον πλούτο και την ποικιλότητα μέσω της οργανικής λίπανσης (Rasmussen et al. 2006, Gibson et al. 2007, Solomou et al. 2013). Οι Pleasant and Schlater (1994) αναφέρουν ότι η οργανική λίπανση αυξάνει την ποικιλότητα των ποωδών φυτών με την εισαγωγή επιπλέον φυτικών ειδών. Ο πλούτος και η ποικιλότητα των ποωδών φυτών έχει βρεθεί να υπερέχει στα βιολογικά έναντι των συμβατικών καλλιεργητικών συστημάτων σε σχετική βιβλιογραφική ανασκόπηση (Hynönen and Salonen 2002, Hynönen et al. 2003).

Αιτία που μπορεί να οδηγήσει σε μεταβολές του πλούτου και της ποικιλότητας των φυτικών ειδών είναι η εγκατάλειψη μεγάλων εκτάσεων γεωργικών καλλιεργειών κατά την οποία προκαλούνται σημαντικές μεταβολές στη βλάστηση καθώς οι ιδιότητες και οι διεργασίες του οικοσυστήματος αλλάζουν (de Chazal et al. 2008). Οι Poschlod et al. (2005) και Öckinger et al. (2006) επισημαίνουν ότι οι αλλαγές χρήσης και διαχείρισης της γης μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές αλλαγές της κάλυψης και ποικιλότητας της βλάστησης. Τα παρόντα αποτελέσματα για τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες συμφωνούν με την έρευνα των Καρακώστα κ.ά. (2010) και Rosenthal (2010), οι οποίοι διαπίστωσαν ότι η ποικιλότητα των ειδών παρουσίασε μέγιστες τιμές, με ισχυρές ετήσιες διακυμάνσεις, δέκα έως είκοσι έτη μετά την εγκατάλειψη λιβαδιών, με την επιφύλαξη της συγκρισιμότητας των δύο τύπων οικοσυστημάτων.

Η χαμηλότερη φυτοποικιλότητα που καταγράφηκε στα μακί ίσως είναι αποτέλεσμα του αυξημένου βαθμού σκίασης των δένδρων εξαιτίας της υψηλής κάλυψής τους η οποία επηρεάζει καθοριστικά τη διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία για τα φυτά (φωτοσύνθεση) που αναπτύσσονται στον υπόροφο (Papanastasis 1996, Κυριαζόπουλος et al. 2006). Η επίδραση της σκίασης των δένδρων στη σύνθεση και την ποικιλότητα των ποωδών φυτών σχετίζεται με τα διάφορα φυτικά είδη που υπάρχουν στον υπόροφο. Συγκεκριμένα, τα ψυχρόβια αγρωστώδη ευνοούνται από την ελαφρά και μέτρια σκίαση, ενώ τα θερμόβια

είδη και σχεδόν όλα τα ψυχανθή περιορίζονται (Pieper 1990). Σύμφωνα με τον Μπραζιώτη (1997), το ύψος της παραγωγής στα φυσικά οικοσυστήματα επηρεάζεται από το είδος, την ηλικία και την πυκνότητα των δέντρων της υπερκείμενης συστάδας, αλλά και το είδος και το επίπεδο αντοχής στη σκιά των ποωδών φυτών. Κατά τους Wolters et al. (1982), η παραγωγή των ποωδών φυτών επηρεάζεται άμεσα από την ποιότητα και την ηλικία των δέντρων του ανωρόφου, από τα διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους και από τα διαχειριστικά μέτρα που εφαρμόζονται.

Σύμφωνα με τον Μιτράκος (1980), το μεσογειακό κλίμα χαρακτηρίζεται από δυο δυσμενείς περιόδους: μια θερινή με βασικό χαρακτηριστικό την έλλειψη βροχοπτώσεων και μια χειμερινή χαρακτηριζόμενη από χαμηλές θερμοκρασίες. Κατά την άποψη αυτή, η ένταση της χειμερινής δυσμενούς περιόδου ασκεί ισχυρή περιοριστική δράση στην γεωγραφική εξάπλωση των ειδών καθώς και στη χλωριδική σύσταση μιας περιοχής, όπως ακριβώς και η ένταση της θερινής δυσμενούς περιόδου. Το διαθέσιμο νερό είναι απλώς ανύπαρκτο το καλοκαίρι, και σε ακραίες περιπτώσεις ξηρών ετών έχουν αναφερθεί περίοδοι ανομβρίας μακράς διάρκειας (Di Castri 1973).

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι στο μεσογειακό περιβάλλον, η άνοιξη αποτελεί την εποχή με τις ευνοϊκότερες περιβαλλοντικές συνθήκες για την ανάπτυξη των φυτών. Οι υψηλές εντάσεις φωτός σε συνδυασμό με τις θερμοκρασίες, που κυμαίνονται γύρω από τις βέλτιστες τιμές για τις φυσιολογικές λειτουργίες των φυτών, και την αφθονία υδατικών αποθεμάτων, συνθέτουν την ιδανική κατάσταση σε αντίθεση με το χειμώνα όπου χαρακτηρίζεται συνήθως από χαμηλές θερμοκρασίες, ενίοτε περιοριστικές για την ανάπτυξη των φυτών (Κυπαρίσσης 1995, Βαβίτσας 2005).

β. Ξυλώδη φυτά

Αυξημένη πυκνότητα και φυτοκάλυψη ξυλωδών φυτών παρατηρήθηκε στα μακί, ακολουθούμενα από τους εγκαταλειμμένους και βιολογικούς ελαιώνες, ενώ η χαμηλότερη πυκνότητα και φυτοκάλυψη παρατηρήθηκε στους συμβατικούς ελαιώνες. Αυτό όσο αφορά στα μακί και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες είναι πιθανό αποτέλεσμα της μη εφαρμογής βόσκησης η οποία είναι αρκετή στις περισσότερες των περιπτώσεων για να επιτρέψει την φυσική αναγέννηση της βλάστησης (Richardson 1966). Η αναγέννηση περιλαμβάνει διεργασίες που σχετίζονται με αύξηση της φυτοκάλυψης, διατήρηση της οργανικής ουσίας και την επαναφορά εδαφικών μικρο και μακροοργανισμών, μεγαλύτερη γονιμότητα, καλύτερη προσρόφηση νερού, με αύξηση

της διαθεσιμότητάς του στο έδαφος και μικρότερη εξατμισοδιαπνοή, που όλα μαζί συντελούν στη βελτίωση της λειτουργικότητας του υποβαθμισμένου οικοσυστήματος (Le Houerou 1976). Επιπλέον, άλλη μια πιθανή εξήγηση είναι το φαινόμενο της διαδοχής της βλάστησης προς ξυλώδεις φυτοκοινωνίες (Papanastasis 2004) που παρατηρείται στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες. Σύμφωνα με την Ελληνική Φυτολογική Εγκυκλοπαίδεια (2001) παράδειγμα προοδευτικής εξέλιξης είναι η διαδοχή από ένα εγκαταλειμμένο χωράφι, σε χωράφι με πολυετή ποώδη φυτά, στη συνέχεια σε φρύγανα, σε θαμνώνα και τέλος σε δάσος.

Σχετικά με την πυκνότητα και την κάλυψη των ξυλωδών φυτών στους βιολογικούς και τους συμβατικούς ελαιώνες, αυτές εξαρτώνται από τις τοπικές εδαφικές συνθήκες και τις καλλιεργητικές φροντίδες που εφαρμόζονται στους ελαιώνες. Συγκεκριμένα, η χρήση κοπριάς και ανόργανου λιπάσματος K-Mg, και η παραμονή των φυτικών υπολλειμμάτων στην επιφάνεια τους εδάφους στους βιολογικούς ελαιώνες, ευνοούν την ανάπτυξη της κόμης των ξυλωδών ειδών με επακόλουθο να δημιουργείται αυξημένη φυτοκάλυψη, σε αντίθεση με τη χαμηλότερη φυτοκάλυψη στους συμβατικούς ελαιώνες που είναι αποτέλεσμα της χρήσης μηχανικών μέσων (θαμνοκοπτικά) και ζιζανιοκτόνων που επηρεάζουν την πυκνότητα και τη φυτοκάλυψη σε σημαντικό βαθμό.

Σε πολλές έρευνες αναφέρεται ότι η γεωργία χαμηλών εισροών συμβάλλει σε υψηλότερη βιοποικιλότητα στα αγροτικά οικοσυστήματα σε σύγκριση με τη συμβατική γεωργία (Bignal and McCracken 1996, Krooss and Scafer 1998), ενώ ακόμη περισσότερες αναφέρονται στο ρόλο της βιολογικής γεωργίας ως προς την αναβάθμιση της βιοποικιλότητας (π.χ. ξυλώδη φυτά) (Pfiffner and Luka 2004, Solomou and Sfougaris 2011). Όσο αφορά στον πλούτο, στους δείκτες ποικιλότητας (Shannon-Weiner, Simpson, Margalef, McIntosh, Brilluin και Q-στατιστικής) και στην ισοκατανομή των ξυλωδών ειδών παρατηρήθηκε ότι τις υψηλότερες τιμές παρουσιάζουν τα μακί και οι εγκαταλειμμένοι ελαιώνες σε σχέση με τους βιολογικούς ελαιώνες, ενώ τις χαμηλότερες τιμές παρουσιάζουν οι συμβατικοί ελαιώνες. Η μεγαλύτερη ποικιλότητα που καταγράφηκε στα μακί και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες δεν οφείλονταν μόνο στο μεγαλύτερο αριθμό φυτικών ειδών αλλά και στο γεγονός ότι η αφθονία ήταν πιο ομοιόμορφα κατανομημένη ανάμεσα στα είδη των ξυλωδών φυτών. Οι Stirling and Wilsey (2001) διαπίστωσαν ότι η σχέση μεταξύ του πλούτου, της ποικιλότητας και της ισοκατανομής των ειδών είναι απλή, θετική και ισχυρή. Επίσης, το φαινόμενο της οικολογικής διαδοχής (δηλαδή το σύνολο των μεταβολών που γίνονται σε ένα

οικοσύστημα καθώς αυτό ωριμάζει ή εξελίσσεται προς μια σταθερή κατάσταση) είναι άλλη μια πιθανή εξήγηση της αυξημένης ποικιλότητας στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί. Ωστόσο, ορισμένοι ερευνητές (π.χ. Castro et al. 2010, Καρακώστα et al. 2010) αναφέρουν αυξημένη παρουσία, πλούτο και ποικιλότητα ξυλωδών ειδών στα προχωρημένα στάδια της διαδοχής.

Τέλος, οι συμβατικοί ελαιώνες εμφάνισαν τον χαμηλότερο πλούτο, ποικιλότητα και ισοκατανομή των ξυλωδών ειδών σε σχέση με τους βιολογικούς ελαιώνες με πιθανή εξήγηση τις καλλιεργητικές πρακτικές που εφαρμόζονται από τους γεωργούς π.χ. εφαρμογή ζιζανιοκτόνου και θαμνοκοπτικού τα οποία περιορίζουν τα ξυλώδη φυτά (Solomou and Sfougaris 2011). Ο Kromp (1990) συμπέρανε ότι σε περιοχές όπου εφαρμόζεται ήπιας ή εκτατικής μορφής γεωργία αναμένεται η ποικιλότητα και η αφθονία των ειδών να είναι υψηλή.

5.1.4.2 Πυκνότητα και ζωική ποικιλότητα

α. Γαιοσκώληκες

Η αυξημένη πυκνότητα των γαιοσκωλήκων είναι αναγνωρισμένη από πολλούς ερευνητές ως μια ένδειξη της υγείας και της παραγωγικότητας του εδάφους ενός οικοσυστήματος (Doran and Safley 1997, Simonsen et al. 2010). Η πυκνότητα και η βιομάζα των γαιοσκωλήκων ήταν υψηλότερες στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί, ενώ ήταν χαμηλότερες στους συμβατικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες. Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν συμβαδίζουν με τη θεωρία η οποία προτείνει ότι οι πρακτικές διαχείρισης της βιολογικής γεωργίας, οι οποίες δεν κάνουν χρήση ζιζανιοκτόνων και χημικών λιπασμάτων, είναι ωφέλιμες για τη βιοποικιλότητα (Ahnström 2002, Bengtsson et al. 2005). Επιπλέον, η εφαρμογή κοπριάς, ανόργανης λίπανσης K-Mg και τα υψηλά ποσοστά των οργανικών υλικών και της οργανικής ουσίας που προκύπτουν από τον βιολογικό τρόπο διαχείρισης των ελαιώνων πιθανόν να ευνόησαν την πυκνότητα και τη βιομάζα των γαιοσκωλήκων (Doran and Werner 1990, Ulrich 2010). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η οργανική ουσία του εδάφους αποτελεί την κύρια πηγή τροφής για τους γαιοσκώληκες (Curry 1998, Lavelle et al. 1999).

Όσο αφορά στους συμβατικούς ελαιώνες, αυτοί δέχονται τη μεγαλύτερη ποσότητα αγροχημικών ουσιών για την αύξηση της παραγωγής με αρνητικές συνέπειες για το οικοσύστημα. Συγκεκριμένα, οι γαιοσκώληκες επηρεάζονται άμεσα από τον τύπο και τη

συχνότητα εφαρμογής ζιζανιοκτόνων που εφαρμόζονται στη συμβατική καλλιέργεια (Bilalis et al. 2001, Vavoulidou et al. 2008). Έχει βρεθεί ότι ποσότητες νιτρικών πάνω 50 κιλά/εκτάριο/έτος στο έδαφος μπορεί να οδηγούν σε κατάρρευση της βιοποικιλότητας (van Dijk 2001).

Αναφορικά με τα φυσικά οικοσυστήματα, αυτά είναι αειφορικά, έχουν υψηλή βιοποικιλότητα, μπορούν να διατηρούνται και να ανανεώνονται με το χρόνο χωρίς πρόσθετα, ενώ αντίθετα ένα γεωργικό οικοσύστημα για να διατηρήσει ένα επιθυμητό ύψος παραγωγής, χρειάζεται εισροές ενέργειας, θρεπτικών στοιχείων και φυτοπροστατευτικών προϊόντων (Pretty 2008). Είναι εμφανές, όμως, ότι τόσο η εγκατάλειψη των αγροτικών εκτάσεων από τη μια μεριά, όσο και η εντατικοποίηση των καλλιεργειών από την άλλη, είναι οι δυο όψεις του ίδιου νομίσματος. Αν και δεν έχει δοθεί η σημασία που θα έπρεπε σε αυτήν την τάση της γεωργίας, η εγκατάλειψη των παραδοσιακών αγροτικών χρήσεων γης έχει εξίσου σημαντικές αρνητικές συνέπειες για τη βιοποικιλότητα όπως και η εντατικοποίηση, καθώς πολλά είδη που είχαν προσαρμοστεί σε αυτά τα αγροοικοσυστήματα χάνουν τα ενδιααιτήματά τους (Buguna Hoffmann 2001, Stoate et al. 2003). Άλλη μια πιθανή εξήγηση της μειωμένης πυκνότητας και βιομάζας των γαιοσκωλήκων στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες είναι ότι η εγκατάλειψη προκαλεί αλλαγές στη δομή και τη σύνθεση της βλάστησης οι οποίες μπορεί να επηρεάζουν τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους με αποτέλεσμα να επηρεάζονται αρνητικά οι γαιοσκώληκες (James et al. 2003). Επίσης, η διακύμανση της πυκνότητας και της βιομάζας των γαιοσκωλήκων στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί πιθανόν να σχετίζεται με τις αλλαγές στην ποιότητα και την ποσότητα των οργανικών εισροών που είναι διαθέσιμα για τους γαιοσκώληκες, καθώς αλλάζουν οι κοινότητες των φυτών (Bohlen et al. 1997, Hubbard et al. 1999) ή το τοπίο ή σε επίπεδο είδους οι παράγοντες που ελέγχουν τη διασπορά και τον αποικισμό ακολουθώντας μείωση στη διαταραχή (Decaëns and Jiménez 2002, Thomas et al. 2004).

Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας είναι σε συμφωνία με τα αποτελέσματα σχετικών ερευνών (Pfiffner and Luka 2007, Bartz et al. 2009), οι οποίες βρήκαν υψηλότερη πυκνότητα γαιοσκωλήκων σε βιολογικές καλλιέργειες σε σύγκριση με συμβατικές. Αντίθετα, οι Riley et al. (2008), Pelosi et al. (2009) και Vavoulidou et al. (2009) δεν βρήκαν διαφορές ως προς την πυκνότητα και τη βιομάζα των γαιοσκωλήκων μεταξύ των συμβατικών και βιολογικών καλλιεργειών.

Φαίνεται από την παρούσα έρευνα ότι η βιολογική διαχείριση στους ελαιώνες ευνόησε τον πλούτο, τους δείκτες ποικιλότητας (Shannon-Weiner, Simpson, Margalef, McIntosh, Brilluin και Q-στατιστικής) και την ισοκατανομή των γαιοσκωλήκων και ακολούθησαν τα μακί και οι εγκαταλειμμένοι ελαιώνες. Αντίθετα, βρέθηκε ότι η συμβατική διαχείριση των ελαιώνων δεν ευνόησε τον πλούτο και την ποικιλότητα των γαιοσκωλήκων.

Η μεγαλύτερη ποικιλότητα που καταγράφηκε στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί δεν οφείλονταν μόνο στο μεγαλύτερο αριθμό ειδών, αλλά και στο γεγονός ότι η αφθονία ήταν πιο ομοιόμορφα κατανεμημένη ανάμεσα στα είδη των γαιοσκωλήκων. Μαθηματικά μοντέλα Πρόβλεψης απέδειξαν σημαντική θετική σχέση μεταξύ του πλούτου, της ποικιλότητας και της ισοκατανομής των ειδών (Stirling and Wilsey 2001).

Ακόμη, ο αυξημένος πλούτος και η ποικιλότητα των γαιοσκωλήκων στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί είναι πιθανό αποτέλεσμα των φυσικών πηγών τροφής και του κατάλληλου περιβάλλοντος (υγρασία εδάφους, θρεπτικά και οργανική ουσία), τα οποία ευνοούν την ανάπτυξη και τη δραστηριότητα των γαιοσκωλήκων (Bartz et al. 2009). Επίσης, ο μεγάλος πλούτος και η ποικιλότητα των γαιοσκωλήκων στους βιολογικούς ελαιώνες μπορεί να οφείλεται στην αύξηση της ποικιλότητας των μικροενδιαιτημάτων, ως απόρροια προσθήκης κοπριάς, ανόργανης λίπανσης K-Mg, παραμονής των φυτικών υπολλειμμάτων στην επιφάνεια τους εδάφους και απουσίας ζιζανιοκτόνων, τα οποία επιτρέπουν ως ένα βαθμό την είσοδο φυτών από τη δεξαμενή ποωδών φυτών της ευρύτερης περιοχής, έχοντας ως αποτέλεσμα πλούσια πηγή τροφής για την ανάπτυξη και τη δραστηριότητά τους (Gerhardt 1997). Σύμφωνα με τους Gabriel και Tschamtker (2007), η απαγόρευση της χρήσης χημικών λιπασμάτων, ζιζανιοκτόνων και φυτοφαρμάκων στη βιολογική γεωργία, έχει σημαντικά θετικές επιδράσεις στην πανίδα του εδάφους. Επιπρόσθετα, ο πλούτος και η ποικιλότητα των γαιοσκωλήκων καθορίζεται από την υγεία και την ποιότητα του εδάφους τα οποία επωφελούνται από το βιολογικό σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων (Singh et al. 2010).

Σχετικά με την εγκατάλειψη των ελαιώνων, οι εδαφικές ιδιότητες, όπως η οργανική ουσία και η δομή του εδάφους, βελτιώνονται και έτσι ευνοείται και η ανάπτυξη της κοινότητας των γαιοσκωλήκων (Kosmas et al. 2000, Koulouri και Giourga 2007). Όσο αφορά στους συμβατικούς ελαιώνες, η χρήση φυτοφαρμάκων έχει αποδειχθεί ότι είναι ένας σημαντικός παράγοντας ο οποίος επιδρά αρνητικά στον πλούτο και την ποικιλότητα των γαιοσκωλήκων (Pfiffner and Mader 1997). Διάφοροι ερευνητές αναφέρουν ότι οι

βιολογικές καλλιέργειες φιλοξενούν μεγαλύτερο αριθμό, ποικιλότητα και πιο δραστήριους πληθυσμούς γαιοσκωλήκων από τις συμβατικές καλλιέργειες (Carey et al. 2009, Irmiler 2010, Solomou et al. 2012).

β. Carabidae

Ανάμεσα στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ως προς την πυκνότητα των Carabidae. Οι βιολογικοί ελαιώνες και τα μακί είχαν τον μεγαλύτερο πλούτο, ποικιλότητα και πυκνότητα των Carabidae γεγονός το οποίο πιθανόν δικαιολογείται από την υψηλότερη περιεκτικότητα εδάφους σε οργανική ουσία, όπως συμβαίνει και με τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες που έπονται και οι οποίοι έχουν μέτρια περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία. Άλλη μια πιθανή εξήγηση είναι η παρουσία περισσότερων μικροενδιαιτημάτων στους βιολογικούς ελαιώνες τα οποία προσφέρουν τροφή και καταφύγιο στα Carabidae (Τσιαφούλη 2007). Επίσης η εφαρμογή κοπριάς και η συσσώρευση φυτικών υπολειμμάτων στην επιφάνεια του εδάφους στους βιολογικούς ελαιώνες έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους με επακόλουθο την αύξηση της ικανότητας συγκράτησης νερού και της θερμοκρασίας, και τη βελτίωση της δομής του εδάφους. Αυτά με τη σειρά τους επηρεάζουν θετικά το φώλιασμα και την εναπόθεση των αυγών με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ποικιλότητα και η πυκνότητα των Carabidae (Holland και Luff 2000). Επιπρόσθετα, τα Carabidae, εκτός από αρπακτικά, κάποια είδη τους είναι γνωστά και ως αποικοδομητές. Έτσι, τα οργανικά λιπάσματα ωφελούν έμμεσα αρκετούς θηρευτές, όπως τα περισσότερα είδη των Carabidae, καθώς αποτελούν ενδιαίτημα για τη λεία τους (Hokkanes and Holopainen 1986, Basedow 1994).

Άλλη μια παράμετρος από την οποία επηρεάζονται τα Carabidae είναι η βλάστηση (ποώδη και ξυλώδη φυτά), που υπερέχει στους βιολογικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί, η οποία συνιστά καταφύγιο διαφόρων ειδών και χαρακτηρίζεται ως τράπεζα κολεοπτέρων (beetle bank). Αυτό συμβαίνει, διότι με την βλάστηση διατηρούνται σημαντικοί πληθυσμοί θηρευτών (Carabidae), που είτε περιορίζονται στα όριά τους είτε χρησιμοποιούν τις γύρω καλλιεργούμενες επιφάνειες για να βρουν τροφή και καταφύγιο (Prasad and Snyder 2006, Τσιαφούλη 2007).

Επιπλέον στα μακί, εκείνο που επηρεάζει καθοριστικά την εδαφοπανίδα ως προς τη δομή και τη δυναμική της είναι μάλλον η ποσότητα και η ποιότητα της στρωμνής που προέρχεται από τη βλάστηση. Όπως σημειώνει η Μαρμάρη (1991), η ποιότητα της στρωμνής (π.χ. περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες ή ταννίνες) πιθανόν είναι σημαντικός

ελκτικός ή απωθητικός παράγοντας. Οι συμβατικοί ελαιώνες που είχαν τον μικρότερο πλούτο, ποικιλότητα και πυκνότητα των Carabidae από τα άλλα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί, έχουν και τη χαμηλότερη περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία, παράγοντας ο οποίος πολύ πιθανό επέδρασε, αποτελώντας μια αρχική διατροφή για πολλά είδη. Επιπλέον, η χρήση ζιζανιοκτόνων στους συμβατικούς ελαιώνες έχει αρνητική επίδραση στην αφθονία των ποωδών φυτών, γεγονός που έχει ως επακόλουθο τη μείωση της τροφής και τη δηλητηριώδη επίδραση των εντόμων (π.χ. Carabidae) (τοξική επίδραση στο κεντρικό νευρικό σύστημα) τα οποία εξαρτώνται από τα συγκεκριμένα φυτά (Chiverton και Sotherton 1991). Παρόμοια, η χρήση φυτοφαρμάκων δεν μειώνει μόνο τα παράσιτα των εντόμων αλλά και τα αρπακτικά (π.χ. Carabidae) που τρέφονται από αυτά (Winston 1997). Σύμφωνα με τους Nuutinen και Haukka (1990), Younie και Armstrong (1995), Yeates et al. (1997) και Giglio et al. (2011) η εφαρμογή αγροχημικών έχει αρνητική επίδραση στον πλούτο, την ποικιλότητα και την αφθονία των Carabidae σε διάφορα αγροοικοσυστήματα.

Μια σειρά ερευνών έχει καταλήξει στη διαπίστωση ότι η εντατικοποίηση της γεωργίας έχει οδηγήσει σε σημαντική μείωση της βιοποικιλότητας (Reidsma et al. 2006, Hendrickx et al. 2007). Σε επίπεδο χωραφιού, το σύστημα διαχείρισης έχει αποδειχθεί ότι έχει ισχυρή επίδραση στην αφθονία και την ποικιλότητα των αρθροπόδων (Melnychuk et al. 2003, Clough et al. 2007). Υψηλότερη ποικιλότητα, αφθονία ή/και μεγαλύτερος αριθμός ειδών των Carabidae βρέθηκε σε βιολογικές καλλιέργειες σε σχέση με συμβατικές (O'Sullivan and Gormally 2002, Mukhopadhyay et al. 2003). Αντίθετα, οι Hadjicharalampous et al. (2002) δεν βρήκαν διαφορές στην αφθονία των Carabidae μεταξύ συμβατικών και βιολογικών ελαιώνων. Επίσης, καμία επίδραση δεν βρέθηκε από τους Pearsall και Walde (1995) στα αρπακτικά σκαθάρια μεταξύ συμβατικών, βιολογικών και εγκαταλειμμένων μηλεώνων.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν σημαντική επίδραση του μήνα δειγματοληψίας και της αλληλεπίδρασης του μήνα δειγματοληψίας με το σύστημα διαχείρισης στην πυκνότητα των Carabidae, με τις υψηλότερες τιμές να παρουσιάζονται τον Ιούνιο και τις χαμηλότερες τον Απρίλιο, με μόνη εξαίρεση τους συμβατικούς ελαιώνες οι οποίοι εμφανίζουν την χαμηλότερη τιμή τον Μάιο. Η αύξηση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού πιθανόν "αντισταθμίστηκε" από την κίνηση των σκαθαρίων κάτω από τη σκιά των ξυλωδών φυτών. Αυτός φαίνεται να είναι ένας λόγος για την αυξημένη δραστηριότητα των Carabidae τον μήνα Ιούνιο. Η

διακύμανση στη σύνθεση και την πυκνότητα μεταξύ των διαφορετικών μηνών πιθανόν οφείλεται στις αλλαγές της θερμοκρασίας και της υγρασίας που επηρεάζουν τη δραστηριότητα και την ανάπτυξη των κολεοπτέρων (Moreno and Halffer 2001, Romanuk and Kolasa 2001). Γενικά, οι πληθυσμοί των εντόμων μειώνονται όσο μειώνεται η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, αφού τα έντομα είναι ποικιλόθερμα ζώα. Στο κατώτερο όριο αυτής (threshold temperature) σταματά η ανάπτυξή τους (Τζανακάκης 1995). Οι συμβατικοί ελαιώνες εμφάνισαν τη χαμηλότερη τιμή πυκνότητας των Carabidae πιθανόν εξαιτίας της εφαρμογής ζιζανιοκτόνων, που όπως αναφέρθηκε παραπάνω επηρεάζουν την κοινότητα των Carabidae.

γ. Tenebrionidae

Τα σκαθάρια της οικογένειας Tenebrionidae έχουν χρησιμοποιηθεί ως βιοδείκτες της κατάστασης του περιβάλλοντος (De los Santos 1983). Η απουσία αυτών των ειδών στα άγονα εδάφη των Μεσογειακών οικοσυστημάτων έχει συσχετιστεί με τις διαδικασίες της περιβαλλοντικής υποβάθμισης (Cartagena and Galante 2002). Στην παρούσα έρευνα ο υψηλότερος πλούτος, ποικιλότητα και πυκνότητα των Tenebrionidae καταγράφηκε στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί, ενώ ο χαμηλότερος πλούτος, ποικιλότητα και πυκνότητα των Tenebrionidae σημειώθηκε στους συμβατικούς ελαιώνες και στους τρεις μήνες δειγματοληψίας (Απρίλιος, Μάιος και Ιούνιος). Τα παραπάνω συμφωνούν με την πρόταση της βιολογικής γεωργίας ως πιθανής στρατηγικής ενάντια στην απώλεια της βιοποικιλότητας στα αγροτικά τοπία (McLaughlin and Mineau 1995), καθώς θεωρείται ότι μιμείται τα φυσικά οικοσυστήματα καλύτερα μέσω της μη χρήσης συνθετικών φυτοφαρμάκων και ανόργανων λιπασμάτων τα οποία έχουν αρνητική επίδραση στη βιοποικιλότητα και της επακόλουθης χρήσης πλουσιότερων ενδαιτημάτων (Verbruggen et al. 2010). Επίσης, οι αλλαγές στη δομή, την ποσότητα και την ποιότητα της βλάστησης, ίσως, έχουν άμεση ή έμμεση επίδραση στα ασπόνδυλα (Stewart 2001, Barrett and Stiling 2007). Συγκεκριμένα, τα Tenebrionidae είναι κυρίως φυτοφάγα και συνδέονται με ζωντανή ή νεκρή φυτική ύλη από την οποία τρέφονται (Anastasiou and Legakis 2004) με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγαλύτερη δραστηριότητα αυτών στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί πρωτευόντως και στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες δευτερευόντως. Επίσης, διαπιστώθηκε η αλληλεπίδραση μεταξύ του συστήματος διαχείρισης ελαιώνων και των μακί με τον μήνα δειγματοληψίας. Βρέθηκε ότι ο μήνας Μάιος υπερτερεί στον πλούτο, την ποικιλότητα και την πυκνότητα των Tenebrionidae στους βιολογικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί σε σχέση με τους άλλους

δυο μήνες δειγματοληψίας (Απρίλιος και Ιούνιος). Μια πιθανή ερμηνεία είναι ότι το μήνα Μάιο η βιομάζα των ποωδών φυτών βρίσκεται στο μέγιστο της ανάπτυξης της με αποτέλεσμα τα περισσότερα φυτοφάγα Tenebrionidae να βρίσκουν τροφή, θρεπτικά στοιχεία και προστασία. Επίσης, ίσως η θερμοκρασία του Μαΐου και η υγρασία να ήταν ιδανικές για την ανάπτυξη του πληθυσμού των Tenebrionidae σε σχέση με τους άλλους δυο μήνες (Απρίλιο και Ιούνιο). Από την άλλη πλευρά όμως η αρνητική επίδραση του εντομοκτόνου που εφαρμόστηκε τον Απρίλιο, του ζιζανιοκτόνου που εφαρμόστηκε το Μάιο και τα υπολείμματα αυτών είχαν ως αντίκτυπο τον χαμηλό πλούτο, την ποικιλότητα και την πυκνότητα των Tenebrionidae στους συμβατικούς ελαιώνες κατά τους μήνες Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο.

Σύμφωνα με τους Danell and Huss-Danell (1985), Bailey and Whitham (2003), Rooney and Waller (2003), η διακύμανση της συνάθροισης των αρθροπόδων είναι πιθανή λόγω των σύνθετων τροφικών πλεγμάτων. Οι Mäder et al. (2002) και Bengtsson et al. (2005) αναφέρουν ότι η βιολογική γεωργία έχει θετικές επιδράσεις στην ποικιλότητα και πυκνότητα διαφόρων οργανισμών, όπως τα Tenebrionidae. Επίσης, οι Gaigher και Samways (2010) βρήκαν παρόμοια συνάθροιση αρθροπόδων σε βιολογικούς αμπελώνες και φυσικά οικοσυστήματα.

δ. Ισόποδα

Τα είδη ισοπόδων που βρέθηκαν στην περιοχή έρευνας είναι σαπροφάγοι οργανισμοί, χαρακτηριστικοί κάτοικοι των αγροοικοσυστημάτων και ως επί το πλείστον προτιμούν υγρά ενδιαιτήματα (Sfenthourakis 1994). Με βάση τους δείκτες ποικιλότητας, η υψηλότερη ποικιλότητα σημειώθηκε στους βιολογικούς ελαιώνες, ενώ σημειώθηκε χαμηλότερη στους συμβατικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί κατά τους μήνες Απρίλιο και Μάιο. Όσο αφορά στο μήνα Ιούνιο οι βιολογικοί ελαιώνες έδειξαν μεγαλύτερη ποικιλότητα και ισοκατανομή των ειδών των ισοπόδων, ακολουθούμενοι από τα μακί, ενώ μικρότερη ποικιλότητα και ισοκατανομή των ειδών έδειξαν οι συμβατικοί και οι εγκαταλειμμένοι ελαιώνες. Τα παραπάνω αποτελέσματα δεν οφείλονταν μόνο στο μεγαλύτερο αριθμό ειδών ισοπόδων αλλά και στο γεγονός ότι η αφθονία ήταν πιο ομοιόμορφα κατανεμημένη μεταξύ των ειδών ισοπόδων.

Η αυξημένη ποικιλότητα και ισοκατανομή των ειδών ισοπόδων που βρέθηκε στους βιολογικούς ελαιώνες θα μπορούσε να αποδοθεί στη διαθεσιμότητα κατάλληλων μικροενδιαιτημάτων, στην πλούσια χλωρίδα, στη φυλλοστρωμή και στην παρουσία πετρών, που προσφέρουν τροφή και καταφύγιο για τα ισόποδα (Schmalfluss 1984,

Sfenthourakis 1994). Επίσης, τα φύλλα από τα κλαδευτικά πιθανόν προσφέρουν άφθονη νεκρή οργανική ύλη ως τροφή για τα σαπροφάγα ισόποδα, τα οποία αποτελούν ρυθμιστές της λειτουργίας των οικοσυστημάτων στα οποία βρίσκονται, όσο αφορά στην αποικοδόμηση και ανακύκλωση των θρεπτικών ουσιών.

Η χαμηλή ποικιλότητα και ισοκατανομή των ειδών ισοπόδων που παρατηρείται στο συμβατικό σύστημα καλλιέργειας των ελαιώνων πιθανόν οφείλεται στην εφαρμογή ζιζανιοκτόνου και εντομοκτόνου, η οποία οδήγησε τόσο σε αυξημένη θνησιμότητα όσο και σε μειωμένη γονιμότητα του εδάφους (τοξική επίδραση στα φυτά και στους μικροοργανισμούς του εδάφους). Αναλυτικότερα, αυτά μειώνουν τη διαθέσιμη τροφή και μπορούν να αλλάξουν το pH του εδάφους, επηρεάζοντας σημαντικά την κοινότητα των ισοπόδων. Παράλληλα, η έκπλυση των φυτοφαρμάκων από τα φυτά επηρεάζει αρνητικά τους ωφέλιμους οργανισμούς όπως είναι τα ισόποδα (Souty-Grosset et al. 2005).

Όσο αφορά στη χαμηλή ποικιλότητα και την ισοκατανομή των ειδών στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί αυτή πιθανόν οφείλεται στη διαδικασία της οικολογικής διαδοχής, όπου οι εγκαταλειμμένοι ελαιώνες τείνουν να μετατραπούν σε φυσικά δάση μεσογειακού τύπου, ανάλογα με τους κλιματικούς και εδαφικούς παράγοντες κάθε περιοχής (Βώκου 1988). Το συγκεκριμένο στάδιο της διαδοχής μπορεί να μην είναι ευνοϊκό για τα ισόποδα, ειδικά αν ο εποικισμός από γειτονικές περιοχές παρόμοιων ενδιαιτημάτων δεν είναι αρκετά γρήγορος. Επιπλέον, οι εγκαταλειμμένοι ελαιώνες και τα μακί μπορεί να είναι ξηρότερα, επομένως ευνοούν λιγότερο τα ισόποδα.

Υπάρχουν επίσης αποδείξεις ότι η ανταπόκριση στις διαταραχές των χαμηλότερων τροφικών επιπέδων είναι πιο έντονη από αυτή των ανώτερων τροφικών επιπέδων (Hund and Wolf 1974, Scheu and Schulz 1996). Οι Moss και Hassall (2006), σε μια μελέτη προσδιορισμού των επιδράσεων των οχλήσεων στην ποικιλότητα των ισοπόδων, υποστηρίζουν την υπόθεση ότι στα λιγότερο σταθερά οικοσυστήματα, η ποικιλότητα μεταβάλλεται κυρίως μέσω αλλαγών στην ισοκατανομή, ενώ σε πιο σταθερά οικοσυστήματα μέσω αλλαγών στον πλούτο ειδών. Αν η όχληση επηρεάζει το κυρίαρχο είδος, τότε η ισοκατανομή αυξάνει με συνέπεια αντίστοιχη αύξηση στην ποικιλότητα. Αν όμως, η όχληση επηρεάζει ιδιαίτερα ένα από τα μη κυρίαρχα είδη τότε η ισοκατανομή και η ποικιλότητα μειώνονται.

Σύμφωνα με την παρούσα έρευνα, η συνολικά υψηλότερη πυκνότητα των ισοπόδων παρατηρήθηκε το μήνα Ιούνιο. Συγκεκριμένα, οι βιολογικοί ελαιώνες σημείωσαν την υψηλότερη μέση πυκνότητα, ακολούθησαν τα μακί, ενώ η χαμηλότερη πυκνότητα

καταγράφηκε στους συμβατικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες. Το γεγονός αυτό συμβαδίζει με τη θεωρία ότι η βιολογική γεωργία συμβάλλει στη διατήρηση της βιοποικιλότητας στα αγροτικά τοπία (Ponce et al. 2011). Αντίθετα, η ποικιλότητα των ισοπόδων μειώνεται στα εντατικής διαχείρισης γεωργικά τοπία, πιθανόν λόγω του συνδυασμού των άμεσων και έμμεσων επιπτώσεων των πρακτικών διαχείρισης. Οι άμεσες επιπτώσεις στα ποσοστά θνησιμότητας πιθανώς προκύπτουν από την εφαρμογή όχι μόνο των εντομοκτόνων αλλά και των ζιζανιοκτόνων (Farkas et al. 1996, Fischer et al. 1997). Τα ζιζανιοκτόνα έχουν έμμεση επίδραση στη μείωση των ρυθμών ανάπτυξης και τη γονιμότητα του εδάφους, καθώς μειώνουν τη διαθεσιμότητα των υψηλής ποιότητας τροφών από τη στρωμνή των φύλλων των δικοτυλήδων φυτών τα οποία αποτελούν την πλειοψηφία των ποωδών φυτών. Επιπλέον, ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι ο βαθμός φυτικής κάλυψης (David et al. 1999). Τα φυσικά οικοσυστήματα στην περιοχή έρευνας ήταν μεταξύ πυκνής και ανοικτής μακκίας βλάστησης. Σύμφωνα με τον Λεγάκι (2004), η πυκνή βλάστηση επιτρέπει την παρουσία περισσότερων υγρόφιλων ομάδων όπως τα σαπροφάγα ισόποδα. Οι Sfenthourakis et al. (2005) όμως συμπέραναν ότι οι ανοικτοί βιότοποι, φρύγανα και ανοικτή μακκία, είναι ευνοϊκότερα για τα ισόποδα σε σύγκριση με τα ελατοδάση ή την πυκνή μακκία. Οι Paoletti et al. (1995) βρήκαν ότι οι συμβατικοί μηλεώνες με τις υψηλές εισροές είχαν σημαντικά χαμηλότερη πυκνότητα και βιομάζα ισοπόδων από τους βιολογικούς ελαιώνες και τα φυσικά οικοσυστήματα.

ε. Ορνιθοπανίδα

Τα πουλιά αποτελούν «βαρόμετρο» για την καλή «υγεία» του φυσικού περιβάλλοντος, καθώς αρκετά είδη βρίσκονται στην κορυφή της τροφικής πυραμίδας και αλληλεπιδρούν έντονα με το περιβάλλον τους (Pain and Dixon 1997). Τον μεγαλύτερο πλούτο των διαχειμαζόντων και αναπαραγόμενων ειδών πουλιών βρέθηκε να υποστηρίζουν τα μακί και οι βιολογικοί ελαιώνες σε σχέση με τους συμβατικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες. Η εικόνα αυτή πιθανόν οφείλεται στη σχετικά μεγάλη έκταση των βιολογικών ελαιώνων και των μακί ή/και στο σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα ένταξης αυτών των ελαιώνων στη βιολογική διαδικασία (~12 χρόνια). Επίσης, οι βιολογικοί ελαιώνες και τα μακί λόγω της μη εφαρμογής χημικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, ευνοούν τη δημιουργία μικροενδιαιτημάτων στο εσωτερικό τους έχοντας ως αποτέλεσμα τη σχετικά μεγάλη ποικιλία πηγών τροφής και την αφθονία καταφυγίων. Σύμφωνα με τους Piha et al. (2007) και Wretenberg et al. (2010), η ποικιλότητα των

μικροενδιαιτημάτων σχετίζεται θετικά με τον πλούτο ειδών των πουλιών. Επίσης, οι Beecher et al. (2002), Piha et al. (2007) και Henderson et al. (2009) ανέφεραν ότι οι βιολογικές αροτραίες καλλιέργειες προσφέρουν μεγαλύτερη ποικιλία πηγών τροφής με συνέπεια τον υψηλότερο πλούτο ειδών.

Η ποικιλότητα και η μέση πυκνότητα των διαχειμαζόντων και αναπαραγόμενων ειδών πουλιών ήταν υψηλότερη στους βιολογικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί από τους συμβατικούς ελαιώνες. Οι βιολογικοί ελαιώνες είχαν υψηλότερη ποικιλότητα και πυκνότητα διαχειμαζόντων και αναπαραγόμενων ειδών πουλιών πιθανόν λόγω διαμόρφωσης ευνοϊκότερης δομής ενδιαιτήματος και αφθονότερης και περισσότερο ποικίλης τροφής (π.χ. ποώδη φυτά, σκουλίκια, αράχνες, σαλιγκάρια, έντομα κ.ά.) εξαιτίας της μη εφαρμογής συνθετικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Είναι γνωστό ότι τα σποροφάγα πουλιά το χειμώνα κοινωνικοποιούνται, δηλαδή κάνουν μεγάλα κοπάδια και αναζητούν τροφή (Λεγάκις και Μαραγκού 2009). Οι βιολογικοί ελαιώνες διαθέτουν πληθώρα ποωδών φυτών που παράγουν σπόρους, άρα πρόκειται για ενδιαιτήματα με υψηλή διαθεσιμότητα τροφής για τα σποροφάγα πουλιά τα οποία όπως προαναφέρθηκε αναζητούν τροφή το χειμώνα κατά μεγάλες ομάδες. Η υψηλή διαθεσιμότητα σπόρων και ασπονδύλων στα βιολογικά χωράφια (Roschewitz et al. 2005, Navntoft et al. 2006) ίσως οδηγεί σε μείωση του ανταγωνισμού μεταξύ πουλιών και άλλων ειδών, όπως τα μικρά θηλαστικά, με αποτέλεσμα την καλύτερη υγεία και την υψηλότερη αναπαραγωγική επιτυχία των πουλιών και την επόμενη χρονιά (Siriwardena et al. 2007).

Επιπλέον, τα μακί και οι εγκαταλειμμένοι ελαιώνες θεωρούνται ενδιαιτήματα με θαμνώδη και δενδρώδη βλάστηση και ποικιλία τροφής (π.χ. ζωικούς οργανισμούς), παρέχοντας ενδιαιτήματα φωλεοποίησης για τα αναπαραγόμενα είδη πουλιών. Σύμφωνα με τους Handrinos and Akiotis (1997), τα ώριμα δένδρα και η πυκνή ποώδης βλάστηση, επιδρούν θετικά στα πουλιά, καθώς αυτή λειτουργεί ως δάσος αειφύλλων.

Άλλος ένας παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες, εκτός των ζωικών οργανισμών που βρίσκονται σε αφθονία, είναι τα εγκαταλειμμένα ελαιόδεντρα από τα οποία δεν συλλέγεται ο ελαιόκαρπος τον χειμώνα και έτσι προσελκύουν τους πληθυσμούς ορισμένων διαχειμαζόντων ειδών πουλιών. Αναφορικά με τους συμβατικούς ελαιώνες, η προσθήκη συνθετικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων δεν φαίνεται να ευνοεί τα ποώδη φυτά και τους ζωικούς οργανισμούς, ενώ το κλάδεμα των ελαιόδεντρων πιθανόν προκαλεί καταστροφή των θέσεων φωλεοποίησης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη ποικιλότητα και πυκνότητα

διαχειμαζόντων και αναπαραγόμενων ειδών πουλιών. Άλλωστε είναι τεκμηριωμένο ότι η δομή της βλάστησης, η ανθρώπινη δραστηριότητα, η αφθονία τροφής και οι καιρικές συνθήκες μπορούν να επηρεάσουν τη χωρική κατανομή και την ποικιλότητα των ειδών (Στάης και Πυροβέτση 2004). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η εξάλειψη της δενδρώδους βλάστησης από τα αγροοικοσυστήματα είναι παράγοντας που επηρεάζει τον αριθμό των ειδών και την αφθονία της ορνιθοπανίδας (O' Connor and Shrubbs 1990).

Διάφορες μελέτες έδειξαν ότι τα πουλιά επωφελούνται από τη βιολογική γεωργία (Lokemoen and Beiser 1997, Freemark and Kirk 2001, Beecher et al. 2002, Batary et al. 2010), ενώ αντιφατική απόκριση της αφθονίας, του πλούτου και της ποικιλότητας των πουλιών καταγράφηκε από τους Genghini et al. (2006), Kleijn et al. (2006), Piha et al. (2007), Kragten and de Snoo (2008), Filippi-Codaccioni et al. (2009) και Geiger et al. (2010) σε οπωρώνες και αροτριάδες καλλιέργειες. Οι Chamberlain et al. (1999) βρήκαν θετικές επιδράσεις της βιολογικής γεωργίας στην ποικιλότητα των πουλιών την εποχή της αναπαραγωγής και καμία επίδραση το χειμώνα (Field et al. 2007).

5.2 Εξέλιξη εγκαταλειμμένων ελαιώνων

5.2.1 Φυτική ποικιλότητα

Οι διαφορές της ποικιλότητας ανάμεσα στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί ήταν εμφανείς, όχι μόνο στα ποώδη αλλά και στα ξυλώδη φυτά. Η μικρή ποικιλότητα των χειμερινών και εαρινών ποωδών φυτών στα μακί σε σχέση με τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες δεν οφειλόταν μόνο στο μικρότερο αριθμό ειδών, αλλά επίσης και στην ανομοιόμορφη κατανομή της αφθονίας μεταξύ των ειδών. Άλλη μια πιθανή εξήγηση είναι η υψηλή συγκόμωση των δέντρων στα μακί που επηρεάζει αρνητικά τη φυτοποικιλότητα του υπορόφου εξαιτίας της μειωμένης διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας για τα ποώδη φυτά, η οποία αποτελεί καθοριστικό παράγοντα της παραγωγικότητάς τους. Αυτό συμφωνεί με την έρευνα του Papanastasis (1996) στα αγροδοσολιβαδικά συστήματα, για τα οποία αναφέρει ότι η συγκόμωση των δέντρων επηρεάζει καθοριστικά τη διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία και την παραγωγή των ποωδών φυτών που αναπτύσσονται στον υπόροφο.

Από την άλλη πλευρά, οι εγκαταλειμμένοι ελαιώνες παρουσιάζουν μικρότερη ποικιλότητα ξυλωδών φυτών από τα αντίστοιχα μακί. Αυτό οφειλόταν στο μικρότερο αριθμό ειδών, αλλά και στην ανομοιόμορφη κατανομή της αφθονίας μεταξύ των ειδών.

Επιπλέον, καθώς οι εγκαταλειμμένοι για μια 12ετία ελαιώνες βρίσκονται στα αρχικά στάδια των φυσικών διαδικασιών της διαδοχής, πιθανόν απαιτείται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα εγκατάλειψης ώστε το οικοσύστημα μέσα από τις διαδικασίες της οικολογικής διαδοχής να φτάσει σε ένα καταληκτικό στάδιο (κλίμαξ). Σύμφωνα με τους Castro et al. (2010) η παρουσία ξυλωδών ειδών είναι έντονη στα προχωρημένα στάδια της διαδοχής. Ωστόσο, ορισμένοι ερευνητές (π.χ. Καρακώστα κ.ά. 2010) επισημαίνουν αυξητική τάση της ποικιλότητας των ξυλωδών φυτών από τα πρώτα έως και τα 20 έτη μετά την εγκατάλειψη των αγρών, ενώ στα πιο προχωρημένα στάδια αναφέρουν σημαντική μείωση.

5.2.2 Ζωική ποικιλότητα

Μεταξύ των εγκαταλειμμένων ελαιώνων και των μακί παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην ποικιλότητα των γαιοσκωλήκων, των Carabidae και Tenebrionidae κατά τους μήνες Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο, των ισοπόδων τον μήνα Ιούνιο και των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών. Η μεγαλύτερη ποικιλότητα που καταγράφηκε στις παραπάνω παραμέτρους στα μακί δεν οφειλόταν μόνο στο μεγαλύτερο αριθμό ειδών αλλά επίσης και στην ανομοιόμορφη κατανομή της αφθονίας μεταξύ των ειδών. Επιπρόσθετα, στις διαφορές της ποικιλότητας που παρατηρήθηκαν πιθανόν να συνέβαλε και η δομή των μακί, τα οποία σύμφωνα με την οικοσυστημική θεώρηση του μεσογειακού τύπου οικοσυστημάτων, κατέχουν μια θέση στο ίδιο επίπεδο με τα μεσογειακά πευκοδάση σε ένα παρακλίμαξ (paraclimax) στάδιο (μεταβατικό στάδιο κατά τη διάρκεια διαδοχής της βλάστησης προς την τελική διαδοχή) (Tomaselli 1977), που αντιπροσωπεύει την εποικοδομητική χρήση της βιοκατοικίας από τους ζωικούς οργανισμούς, όταν η βιομάζα, η ροή της ενέργειας και η ανακύκλωση των θρεπτικών βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα. Ο Pretty (2008) τονίζει ότι το φυσικό οικοσύστημα έχει περισσότερο πολύπλοκη δομή, και αυξημένη ποικιλία φυτικών και ζωικών ειδών, από ένα αγροτικό οικοσύστημα.

Επίσης, άλλη μια πιθανή αιτία είναι ο εποικισμός από είδη των γειτονικών περιοχών και των ευνοϊότερων συνθηκών (κατάλληλη υγρασία, τροφή, θρεπτικά στοιχεία) που επικρατούν στα φυσικά οικοσυστήματα και ευνοούν τη δραστηριοποίηση των παραπάνω παραμέτρων. Αντίθετα, το συγκεκριμένο στάδιο της διαδοχής στο οποίο βρίσκονται οι εγκαταλειμμένοι ελαιώνες, μπορεί να μην είναι ευνοϊκό για τους ζωικούς οργανισμούς,

ειδικά αν ο εποικισμός από γειτονικές περιοχές παρόμοιων ενδιαιτημάτων δεν είναι αρκετά γρήγορος.

Επιπλέον, αυτό το γεγονός θα μπορούσε πιθανόν να αποδοθεί και στη βλάστηση που αναπτύσσεται κατά τους εαρινούς μήνες στα μακί, παράγοντας ο οποίος παίζει καθοριστικό ρόλο στην ποικιλότητα των γαιοσκωλήκων, των Carabidae, Tenebrionidae των ισοπόδων και των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών. Συγκεκριμένα, η δομή της βλάστησης μπορεί να εμποδίζει από τη μια την ελεύθερη μετακίνηση των ζώων που κινούνται στην επιφάνεια του εδάφους, ενώ από την άλλη να δημιουργεί ποικιλία ενδιαιτημάτων όπου βρίσκουν καταφύγιο και τροφή πολλοί οργανισμοί οι οποίοι αποτελούν λεία των άλλων ζωικών οργανισμών (Μαρμάρη 1991).

5.3 Γεωργικοί και περιβαλλοντικοί δείκτες της ποικιλότητας

5.3.1 Ποώδη φυτά κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο

➤ Βιολογικοί ελαιώνες

Τα Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα για τον πλούτο των ποωδών φυτών στους βιολογικούς ελαιώνες (χειμερινή και εαρινή περίοδος) είχαν από καλή έως άριστη "ικανότητα ερμηνείας" της εξαρτημένης μεταβλητής. Στην περιοχή έρευνας παρατηρήθηκε ότι ο δείκτης ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών, η έκταση του χωραφιού και η εφαρμογή κοπριάς ήταν οι καλύτεροι δείκτες του πλούτου των ποωδών φυτών κατά τη χειμερινή περίοδο, ενώ η (%) κάλυψη και ο δείκτης ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών, η έκταση του χωραφιού, η οργανική ουσία του εδάφους, η εφαρμογή ανόργανης λίπανσης K-Mg και κοπριάς θεωρήθηκαν οι καλύτεροι δείκτες του πλούτου των εαρινών ποωδών φυτών στους βιολογικούς ελαιώνες κατά την εαρινή περίοδο.

Συγκεκριμένα, ο πλούτος των ποωδών φυτών κατά τη χειμερινή περίοδο επηρεάζεται θετικά από τον δείκτη ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών, την εφαρμογή κοπριάς και την έκταση του χωραφιού στους βιολογικούς ελαιώνες. Ακόμη, η κάλυψη και ο δείκτης ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών, η έκταση του χωραφιού, η οργανική ουσία του εδάφους, η εφαρμογή ανόργανης λίπανσης K-Mg και κοπριάς βρέθηκαν να συσχετίζονται θετικά με τον πλούτο των ποωδών φυτών στους βιολογικούς ελαιώνες κατά την εαρινή περίοδο. Τα παραπάνω αποτελέσματα για τον πλούτο των ποωδών

φυτών, τόσο κατά τη χειμερινή όσο και για την εαρινή δειγματοληψία, είναι σύμφωνα με τη θεωρία η οποία υποστηρίζει ότι οι συσχετίσεις μεταξύ του πλούτου των ποωδών φυτών και της ποικιλότητας είναι απλές, θετικές και ισχυρές (De Benedictis 1973, Stirling and Wilsey 2001). Οι Tuomisto and Ruokolainen (2005), οι Sullivan and Sullivan (2006) και οι Solomou and Sfougaris (2011) διαπίστωσαν στην έρευνά τους θετική συσχέτιση μεταξύ του πλούτου και του δείκτη ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών σε φυσικά οικοσυστήματα, οπωρώνες και ελαιώνες.

Είναι τεκμηριωμένο ότι η οργανική λίπανση αποτελεί έναν από τους παράγοντες που επηρεάζουν την ποικιλότητα των ποωδών φυτών (Gough et al. 2000). Στους βιολογικούς ελαιώνες της περιοχής έρευνας η εφαρμογή κοπριάς και ανόργανης λίπανσης K-Mg αύξησε τον πλούτο των ποωδών φυτών πιθανόν με τους παρακάτω τρόπους: αυξάνοντας την οργανική ουσία του εδάφους, συμβάλλοντας στη γονιμότητά του με την προσθήκη θρεπτικών στοιχείων, όπως αζώτου, βοηθώντας το να διατηρήσει την υγρασία του, μειώνοντας το προσωρινό stress εξαιτίας της έλλειψης υγρασίας και περιέχοντας ποικίλες ποσότητες βιώσιμων σπόρων ποωδών φυτών οι οποίες ευνοούν τη διατήρηση και την προώθηση της υψηλής ποικιλότητας των ποωδών φυτών (Chen et al. 2004, Akkuzu 2006). Ακόμη, στα αγροοικοσυστήματα η οργανική ουσία του εδάφους επηρεάζει πολύ εύκολα τις μετρήσιμες λειτουργίες και διαδικασίες του εδάφους, αποτελεί πηγή θρεπτικών για τα φυτά συμβάλλοντας στην αύξηση του πλούτου των ποωδών φυτών και παρέχει ένα υπόστρωμα ενέργειας για τους οργανισμούς του εδάφους (Sánchez et al. 1989). Επιπλέον, η οργανική ουσία του εδάφους έχει τεράστια επίδραση σε διάφορες φυσικές ιδιότητες του εδάφους, όπως την ποσότητα του διαθέσιμου νερού για την ανάπτυξη των φυτών (Hoogmoed 1999). Οι Pleasant and Schlater (1994) βρήκαν ότι η οργανική λίπανση αυξάνει τον πλούτο των ποωδών ειδών με την προσθήκη φυτικών ειδών, ενώ οι Yang et al. (2009) ότι εδαφικές παράμετροι, όπως η οργανική ουσία του εδάφους, σχετίζονται με την ποικιλότητα των ειδών της άγριας πανίδας και χλωρίδας. Αντίθετα, οι Cook et al. (2007) διαπίστωσαν ότι η εφαρμογή μόνο κοπριάς ως λίπανση δεν επηρέασε τον πλούτο και την ποικιλότητα των ποωδών φυτών κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους μετά την εφαρμογή της.

Όσο αφορά στη σχέση μεταξύ της έκτασης του χωραφιού και του πλούτου των ποωδών φυτών, αυτή πιθανόν ακολουθεί έναν από τους κανόνες της οικολογίας σύμφωνα με τον οποίο όσο αυξάνεται η έκταση, ο πλούτος των ειδών τείνει να αυξάνεται, ανεξάρτητα από την ταξινομική ομάδα ή τον τύπο του οικοσυστήματος (Preston 1962,

Schoener 1986). Τα αποτελέσματα του κεφαλαίου αυτού συμφωνούν με τα αντίστοιχα των Jacquemyn et al. (2002) και Bruun (2005), οι οποίοι διαπίστωσαν θετική συσχέτιση του πλούτου των ποωδών φυτών με την έκταση στα φυσικά οικοσυστήματα. Αντίθετα, οι Belfrage et al. (2005) και Marini et al. (2009), βρήκαν αρνητική συσχέτιση μεταξύ της έκτασης του χωραφιού και της ποικιλότητας των ποωδών φυτών στα αγροτικά τοπία.

➤ Συμβατικοί ελαιώνες

Μόλις τρεις μεταβλητές (δείκτης ποικιλότητας Shannon ποωδών φυτών, ολικό N εδάφους και ανόργανη λίπανση K) είχαν σημαντική επίδραση στον πλούτο των ποωδών φυτών στους συμβατικούς ελαιώνες κατά τη χειμερινή περίοδο, ενώ μόνο μία μεταβλητή (η ανόργανη λίπανση N) είχε σημαντική επίδραση στον πλούτο των ποωδών φυτών κατά την εαρινή περίοδο. Έτσι, ο πλούτος των ποωδών φυτών αυξάνεται με την αύξηση του δείκτη ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών (χειμερινή δειγματοληψία), το ολικό άζωτο του εδάφους (χειμερινή δειγματοληψία), την εφαρμογή της ανόργανης λίπανσης αζώτου (εαρινή δειγματοληψία) και μειώνεται με την αύξηση της εφαρμογής ανόργανης λίπανσης καλίου (χειμερινή δειγματοληψία).

Το παραπάνω αποτέλεσμα στους συμβατικούς ελαιώνες ενισχύει την υπόθεση του De Benedictis (1973), σύμφωνα με την οποία, οι συσχετίσεις μεταξύ του πλούτου των ποωδών φυτών και του δείκτη ποικιλότητας Shannon είναι απλές, θετικές και ισχυρές, με βάση μοντέλα και προσομοιώσεις. Όσο αφορά στον ανωτέρω ρόλο του ολικού N του εδάφους, μια πιθανή ερμηνεία είναι ότι από όλα τα θρεπτικά στοιχεία, τα οποία εφαρμόζονται στο έδαφος, αυτό είναι το στοιχείο κλειδί που επιφέρει την πλέον σημαντική επίδραση στην αύξηση και ανάπτυξη των καλλιεργούμενων και αυτοφυών φυτών και αυτό το οποίο αποτελεί τον πιο σπουδαίο περιοριστικό παράγοντα ανάπτυξης και απόδοσης. Ο ζωτικότερος ρόλος του αζώτου στα φυτά οφείλεται στα εξής: αποτελεί δομικό συστατικό του μορίου της χλωροφύλλης που είναι απαραίτητος παράγοντας για την παραγωγή και αξιοποίηση των υδατανθράκων, είναι συστατικό των ενζύμων, διεγερτικός παράγοντας της ανάπτυξης και λειτουργίας των φυτών, συστατικό των αμινοξέων, τα οποία αποτελούν τις δομικές μονάδες των πρωτεϊνών, και ευνοεί την πρόσληψη και αξιοποίηση άλλων θρεπτικών στοιχείων (Παναγοπούλου 2011).

Το κάλιο είναι ένα άλλο σημαντικό στοιχείο κατά την απουσία του οποίου τα φυτά δεν αναπτύσσονται. Αμέσως μόλις το κάλιο εξαντληθεί από τα φυτά αυτά πεθαίνουν (Karley and White 2009). Εξαιτίας των πρακτικών διαχείρισης της συμβατικής γεωργίας και της διάβρωσης των εδαφών η οποία οδηγεί στην απώλεια των θρεπτικών στοιχείων

(N, P, K) από το έδαφος, είναι απαραίτητη η εφαρμογή ανόργανων λιπασμάτων τα οποία αποσκοπούν στον εμπλουτισμό του εδάφους με αυτά τα συστατικά. Επομένως, στην παρούσα έρευνα η αρνητική επίδραση της ανόργανης λίπανσης K στον πλούτο ειδών των ποωδών φυτών θα μπορούσε να αποδοθεί στη θεωρία, η οποία βασίζεται στο μοντέλο των Al-Mufti et al. (1977) και Grime (1979) ("humped-back curve"), και προβλέπει χαμηλό πλούτο ειδών όταν η διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών είναι σε χαμηλά επίπεδα, αυξάνεται όταν είναι σε ενδιάμεσα επίπεδα και μειώνεται σταδιακά όταν είναι σε υψηλά επίπεδα. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, ένας μικρός αριθμός ανταγωνιστικών ειδών τείνει να κυριαρχεί στη βλάστηση, οδηγώντας στον αποκλεισμό των αργά αναπτυσσόμενων ειδών.

Ο Grime (1979) περιέγραψε τη σχέση του πλούτου των ειδών και της παραγωγικότητας ως μια κυρτή καμπύλη με χαμηλό πλούτο ειδών σε πολύ υψηλές και χαμηλές τιμές παραγωγικότητας. Η μορφή της καμπύλης έχει αυτό το σχήμα γιατί μόνο λίγα είδη προσαρμόζονται στις εξαιρετικά φτωχές σε θρεπτικά καταστάσεις και λίγα κυρίαρχα είδη επικρατούν σε όλες τις άλλες καταστάσεις που έχουν υψηλό επίπεδο πόρων. Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε ένα ευρύ φάσμα φυτοκοινωνιών επαλήθευσαν τη μορφή της καμπύλης και έχουν αποδείξει όχι μόνο το μέγιστο του πλούτου των ειδών, αλλά και το μέγιστο της διακύμανσης του πλούτου των ειδών που παρατηρείται σε ενδιάμεσα επίπεδα παραγωγικότητας (Wheeler and Shaw 1991, Grace 1999). Τα αποτελέσματα από την παρούσα έρευνα όσο αφορά στο κάλιο, βρίσκονται σε ασυμφωνία με τα αποτελέσματα διαφόρων ερευνητών (π.χ. Zechmeister et al. 2003, Fattahi and Idoromi 2011) οι οποίοι έχουν δείξει ότι τα θρεπτικά στοιχεία αποτελούν σημαντικό παράγοντα του πλούτου των ποωδών φυτών στα αγροοικοσυστήματα. Πολλές έρευνες όμως έχουν δείξει ότι η αυξανόμενη παραγωγικότητα, μέσω ανόργανων λιπασμάτων N, P και K, συνοδεύεται με μείωση του πλούτου των ειδών στα λιβάδια (Willems et al. 1993, Huber 1994, Kirkham et al. 1996).

➤ Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες

Στο μοντέλο των εγκαταλειμμένων ελαιώνων για τις χειμερινές και εαρινές δειγματοληψίες, μια μεταβλητή, ο δείκτης ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών, βρέθηκε να επηρεάζει σημαντικά τον πλούτο των ποωδών φυτών. Πιο αναλυτικά, ο πλούτος των ποωδών φυτών αυξάνεται με την αύξηση του δείκτη ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών και στις δυο εποχές. Διαπιστώθηκε ότι και οι εγκαταλειμμένοι ελαιώνες συμφωνούν με τα μοντέλα και τις προσομοιώσεις του De Benedictis (1973),

κατά τα οποία, οι συσχετίσεις μεταξύ του πλούτου των ποωδών φυτών και του δείκτη ποικιλότητας Shannon είναι απλές, θετικές και ισχυρές. Σύμφωνα με τους Hooper et al. (2005) η σχέση μεταξύ της βιοποικιλότητας και της λειτουργίας του οικοσυστήματος συχνά ακολουθεί τη θετική καμπύλη κορεσμού.

➤ Μακί

Το Γενικευμένο Γραμμικό Μοντέλο το οποίο προέκυψε για τα μακί έδειξε θετική επίδραση του δείκτη ποικιλότητας Shannon (το χειμώνα και την άνοιξη) και του φωσφόρου που υπάρχει στο έδαφος (την άνοιξη) στον πλούτο των ποωδών φυτών. Πιθανόν τα μακί ως φυσικά οικοσυστήματα ακολουθούν τα μοντέλα και τις προσομοιώσεις του De Benedictis (1973), όπως προαναφέρθηκε στους συμβατικούς, βιολογικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες. Όσο αφορά στη θετική επίδραση του φωσφόρου στον πλούτο ειδών των φυτών πιθανόν να οφείλεται στο ότι ο φώσφορος παίζει σημαντικό ρόλο στη φωτοσύνθεση, διαδικασία μέσω της οποίας τα φυτά προσλαμβάνουν την απαραίτητη ενέργεια για τη σύνθεση των σακχάρων που μετακινούνται προς τα σημεία ανάπτυξης και όργανα αποθήκευσης των φυτών. Η έλλειψη του φωσφόρου δεν επηρεάζει μόνο την ανάπτυξη του φυτού αλλά και το σχηματισμό των σπόρων και γενικότερα την υγεία των φυτών (Prosodol 2011). Οι Critchley et al. (2001) διαπίστωσαν ότι, όταν η συγκέντρωση του φωσφόρου στο έδαφος είναι σε χαμηλά επίπεδα, αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του πλούτου των ποωδών φυτών.

6.3.2 Ξυλώδη φυτά

➤ Βιολογικοί ελαιώνες

Το μοντέλο για τον πλούτο των ξυλωδών φυτών περιλαμβάνει δύο μεταβλητές (δείκτης ποικιλότητας Shannon των ξυλωδών φυτών και οργανική ουσία του εδάφους). Κατά συνέπεια ο πλούτος των ξυλωδών φυτών αυξάνεται με αύξηση του δείκτη ποικιλότητας Shannon των ξυλωδών φυτών και της οργανικής ουσίας του εδάφους. Παρατηρείται ότι ο πλούτος των ξυλωδών φυτών βρίσκεται σε συμφωνία με τη θεωρία, κατά την οποία ο πλούτος των ξυλωδών φυτών συσχετίζεται θετικά με την ποικιλότητά τους σε Μεσογειακά δάση (De Benedictis 1973, Stirling and Wilsey 2001, Vila et al. 2003).

Επιπλέον, είναι γνωστό ότι τα φυτά εξαρτώνται από τα θρεπτικά στοιχεία για την ανάπτυξή τους. Επομένως, μια πιθανή εξήγηση για την ανάδειξη της οργανικής ουσίας του εδάφους ως αβιοτικού δείκτη είναι ότι η οργανική ουσία απελευθερώνει αρκετά σημαντικά θρεπτικά στοιχεία, όπως μαγνήσιο, κάλιο, φώσφορο, θείο και ασβέστιο, τα οποία βοηθούν τα ξυλώδη φυτά: α) να αναπτυχθούν καλύτερα, β) να αναπτύξουν υγιές ριζικό σύστημα, γ) να προωθήσουν την παραγωγή χλωροφύλλης και δ) να ενισχύσουν την άνθιση. Επίσης, τα ξυλώδη φυτά προσλαμβάνουν θρεπτικές ουσίες από τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους και τα αναδιανέμουν στην επιφάνειά του μέσω της πτώσης των φύλλων που ευνοεί τον άνθρακα του εδάφους (Sagar et al. 2008). Γενικά πιστεύεται ότι τα ξυλώδη φυτά απαιτούν καλή γονιμότητα εδάφους για να ευδοκιμήσουν, ενώ η καταπόνηση που προκαλείται από τη χαμηλή γονιμότητα έχει ως αποτέλεσμα αυτά να γίνονται πιο ευαίσθητα σε έντομα και ασθένειες (Watkins 1998). Τέλος, πολλές μελέτες έχουν δείξει την ετερογένεια των εδαφικών ιδιοτήτων μετά την εισβολή των ξυλωδών φυτών (Schlesinger et al. 1996, Bekele and Hudnall 2006, Throop and Archer 2008).

➤ Συμβατικοί ελαιώνες

Το μοντέλο στους συμβατικούς ελαιώνες εκφράζει την αύξηση του πλούτου των ξυλωδών φυτών με αύξηση του δείκτη ποικιλότητας Shannon των ξυλωδών φυτών και του C/N του εδάφους. Η εξήγηση και για τους συμβατικούς ελαιώνες πιθανόν βρίσκεται στη θεωρία, τα μαθηματικά μοντέλα και τις προσομοιώσεις που δείχνουν ότι οι συσχετίσεις μεταξύ του πλούτου των ξυλωδών φυτών και της ποικιλότητας είναι απλές, θετικές και ισχυρές (De Benedictis 1973, Stirling and Wilsey 2001). Το περιβάλλον επηρεάζει ισχυρά τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στα φυτά. Τα φυτά έχουν υψηλές συγκεντρώσεις σε N, P και K όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές για ανάπτυξη (Niklas et al. 2005). Στα ξυλώδη φυτά η αναλογία C/N αυξάνεται με αύξηση της ηλικίας των φυτών (στην παρούσα έρευνα τα δέντρα έχουν μεγάλη ηλικία), καθώς η αναλογία της ξυλώδους μάζας προς τη χλωρή μάζα αυξάνεται (Lambers et al. 2008). Έτσι στους συμβατικούς ελαιώνες έμμεσα, όσο περισσότερα είδη ξυλωδών φυτών υπάρχουν και αυξάνεται και η ηλικία τους, τόσο αυξάνεται η αναλογία C/N του εδάφους.

➤ Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες

Ο πλούτος των ξυλωδών φυτών στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες αυξάνεται με αύξηση της πυκνότητας των ξυλωδών φυτών. Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα είναι σύμφωνο με δύο υποθέσεις, την Υπόθεση Περιορισμού Ενέργειας (Energy-Limitation Hypothesis-ELH) και την Υπόθεση Περιορισμού Οικοθέσης (Niche Limitation

Hypothesis-NLH) που προβλέπουν ότι ο πλούτος των ειδών και η πυκνότητα συσχετίζονται θετικά. Οι υποθέσεις διαφέρουν ως προς το μηχανισμό που εξηγεί τη θετική συσχέτιση. Συγκεκριμένα, η ELH προβλέπει ότι ο πλούτος των ειδών είναι μια αύξουσα λειτουργία της πυκνότητας (Srivastava and Lawton 1998). Σύμφωνα με την ELH, η ενέργεια (πόροι) περιορίζει τη συνολική φερόμενη ικανότητα ενός ενδιαίτηματος. Έτσι, ο πλούτος των ειδών περιορίζεται από το βαθμό με τον οποίο η ενέργεια εισέρχεται σ' ένα σύστημα, δηλαδή από την πυκνότητα των ατόμων (Rosenzweig 1995, Siemann 1998). Αντίθετα, η NLH προβλέπει ότι η πυκνότητα είναι μια αύξουσα λειτουργία του πλούτου των ειδών. Η NLH προϋποθέτει ότι ένα πιο ποικίλο ενδιαίτημα μπορεί να στηρίξει περισσότερα άτομα επειδή ο αυξανόμενος πλούτος των ειδών διευκολύνει τη μεγαλύτερη εξειδίκευση στη χρήση των πόρων (Chesson 2000, Kaspari et al. 2000), επιτρέποντας στις ταξινομικές ομάδες να μετατρέπουν με μεγαλύτερη ευκολία τους πόρους σε άτομα, δηλαδή, η πυκνότητα περιορίζεται από τον αριθμό των ειδών στο ενδιαίτημα. Τέλος, οι Bock et al. (2007) αναφέρουν θετική συσχέτιση του πλούτου ειδών των ταξινομικών ομάδων με την πυκνότητα των ταξινομικών ομάδων.

➤ Μακί

Στα μακί ο πλούτος των ξυλωδών φυτών αυξάνεται με αύξηση της πυκνότητας των ξυλωδών φυτών και μειώνεται με αύξηση της φυτοκάλυψης των ξυλωδών φυτών. Όπως στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες έτσι και στα μακί το ανωτέρω αποτέλεσμα πιθανόν οφείλεται στις δύο προαναφερθείσες υποθέσεις, την Υπόθεση Περιορισμού Ενέργειας (Energy-Limitation Hypothesis -ELH) και την Υπόθεση Περιορισμού Οικοθέσης (Niche Limitation Hypothesis-NLH).

Όσο αφορά στη μείωση του πλούτου των ξυλωδών ειδών με την αύξηση της κάλυψής τους, αυτό πιθανόν οφείλεται στους παρακάτω λόγους: α) στην υπόθεση της έντασης του ανταγωνισμού για φως (light competition intensity hypothesis, Newman 1973) κατά την οποία περιοχές με υψηλή παραγωγικότητα εμφανίζουν αυξημένο βαθμό φυτοκάλυψης και, επομένως, μεγαλύτερη σκίαση που με τη σειρά της αυξάνει την ένταση του ανταγωνισμού για φως και οδηγεί σε αποκλεισμό ειδών και β) στην υπόθεση του ανταγωνισμού για φως με τυχαίες απώλειες ειδών (light competition with random species loss hypothesis, Goldberg και Miller 1990). Αυτή δε διαφέρει πολύ από την προηγούμενη, παρά μόνο στο ότι ο αποκλεισμός δεν αφορά μόνο τα είδη που δεν είναι ισχυροί ανταγωνιστές για τον παράγοντα φως. Εξαιτίας του ανταγωνισμού χάνονται

άτομα από όλα τα είδη, γεγονός που οδηγεί αρχικά σε τοπική εξαφάνιση των σπανιότερων ή κοινών ειδών (Rajaniemi 2003).

5.3.3 Γαιοσκώληκες

➤ Βιολογικοί ελαιώνες

Το μοντέλο για τον πλούτο των γαιοσκωλήκων περιλαμβάνει τέσσερις μεταβλητές στους βιολογικούς ελαιώνες. Ο πλούτος των γαιοσκωλήκων αυξάνεται καθώς αυξάνεται η υγρασία του εδάφους, η κάλυψη των ποωδών φυτών και η οργανική ουσία του εδάφους, ενώ μειώνεται όσο αυξάνεται η κλίση του εδάφους. Το παραπάνω αποτέλεσμα πιθανόν οφείλεται στο γεγονός ότι το 75 – 90% του σωματικού βάρους των γαιοσκωλήκων αποτελείται από νερό (Grant 1955), οπότε η αποφυγή της απώλειας του νερού και η πρόσληψή του είναι ο σημαντικότερος παράγοντας για την επιβίωση των γαιοσκωλήκων. Ωστόσο, οι γαιοσκώληκες έχουν αξιοσημείωτη ικανότητα να επιβιώνουν σε δυσμενείς συνθήκες υγρασίας, είτε με το να κινούνται σε περιοχές με μεγαλύτερη υγρασία είτε μέσω της διάπαυσης. Αν δεν μπορούν να αποφύγουν τα ξηρά εδάφη, μπορούν να επιβιώσουν καταναλώνοντας ένα μεγάλο μέρος της σωματικής τους υγρασίας. Η δραστηριότητα των γαιοσκωλήκων εξαρτάται από την επαρκή διαθεσιμότητα υγρασίας στο έδαφος, οπότε οι απαιτήσεις τους σε υγρασία σε διάφορες περιοχές μπορεί να είναι διαφορετικές (Edward and Bohlen 1996).

Μια άλλη πιθανή εξήγηση είναι ότι οι γαιοσκώληκες, επηρεάζονται από την υψηλή κάλυψη ποωδών φυτών εξαιτίας του ότι αυτή προσφέρει τις κατάλληλες συνθήκες υγρασίας για την ανάπτυξη και την επιβίωσή τους. Επίσης, οι αποικοδομητές, όπως οι γαιοσκώληκες επηρεάζονται από τα φυτά είτε άμεσα μέσω της πρόσληψης σπόρων είτε έμμεσα με την κατανάλωση των υπολειμμάτων, απελευθερώνοντας ανόργανα θρεπτικά και την τροποποίηση της σύνθεσης, της βιομάζας και της δραστηριότητας της μικροβιακής κοινότητας του εδάφους. Υπάρχουν ενδείξεις ότι μερικοί αποικοδομητές, ιδιαίτερα γαιοσκώληκες, συμβάλλουν στη διαμόρφωση της τράπεζας των σπόρων στο έδαφος μεταφέροντας επιλεκτικά σπόρους και επηρεάζοντας έτσι τις φυτοκοινότητες (Pierce et al. 1994)

Επιπλέον, τα φυτά πιθανόν επηρεάζουν τους γαιοσκώληκες με τους εξής τρόπους: α) άμεσες αλληλεπιδράσεις μέσω της λήψης ριζών και τεμαχιδίων φυτών και της μεταφοράς

σπόρων και β) έμμεσες αλληλεπιδράσεις μέσω της αλλαγής της δομής του εδάφους, της αλλαγής της διαθεσιμότητας των θρεπτικών στο χώρο και το χρόνο, της παραγωγής ουσιών που ρυθμίζουν την ανάπτυξη των φυτών, διασποράς και αλλαγής της δομής και της δραστηριότητας των κοινοτήτων των ωφέλιμων μικροοργανισμών και της αλλαγής της δομής των κοινοτήτων των εντόμων, των παρασιτικών και των παθογόνων μικροοργανισμών στην περιοχή της ριζόσφαιρας (Scheu 2003, Brown et al. 2004). Άλλες μελέτες έχουν δείξει θετική επίδραση της ποικιλότητας των φυτικών ειδών πάνω στους αποικοδομητές του εδάφους (Spehn et al. 2000) ή καθόλου επίδραση (Gastine et al. 2003, Hedlund et al. 2003, Salamon et al. 2006).

Επίσης, οι γαιοσκώληκες είναι πολύ πιθανό να τροποποιούν την ανάπτυξη των φυτών, άρα και την κάλυψή τους, μέσω διαφόρων μηχανισμών, όπως η παροχή θρεπτικών, ο αερισμός των ριζών του εδάφους και η θρέψη των ριζών (Scheu 2003, Brown et al. 2004). Ωστόσο, πολλές μελέτες που αναφέρονται στις αλληλεπιδράσεις των γαιοσκωλήκων και των φυτών υποστηρίζουν ότι η μεσολάβηση των γαιοσκωλήκων αυξάνει την ανάπτυξη των φυτών μέσω της διαθεσιμότητας των θρεπτικών (ειδικά N και P) (Cortez and Hamed 2001, Edwards 2004) και απεκκριμάτων (Whalen et al. 2000).

Επιπρόσθετα, όσο αφορά στην οργανική ουσία του εδάφους στην περιοχή έρευνας φαίνεται ότι αυτή έδρασε ευνοϊκά στην ανάπτυξη των γαιοσκωλήκων, επειδή εξασφαλίζει θρεπτικά για τη συντήρησή τους (αποτελεί την κύρια πηγή τροφής για τους γαιοσκώληκες). Οι γαιοσκώληκες τρέφονται με οργανικά υλικά, τα οποία πρέπει να βρίσκονται σε επαρκή ποσότητα και συνδέονται με τα φυτά, καθώς συμβάλλουν στην ποσότητα και ποιότητα των υπολειμμάτων που παράγονται (Marhan and Scheu 2005). Τα υπολείμματα με υψηλή αναλογία C/N δεν προσλαμβάνονται εύκολα από τους γαιοσκώληκες. Η κοπριά όμως μπορεί να βοηθήσει στην πρόσληψη και στη διαμόρφωση ταχύτερων ρυθμών ανάπτυξης (Ortiz-Ceballos et al. 2004). Το ποσοστό της οργανικής ουσίας επιδρά στην κατανομή των γαιοσκωλήκων στο έδαφος σε μεγάλο βαθμό. Έτσι, εδάφη που είναι φτωχά σε οργανική ουσία δεν συντηρούν μεγάλο αριθμό γαιοσκωλήκων (Edwards and Bohlen 1996). Επίσης οι Shakir and Dindal (1997) αναφέρουν ότι οι γαιοσκώληκες εξαρτώνται από τον κυρίαρχο τύπο της βλάστησης που υπάρχει στην περιοχή.

Όσο αφορά στην κλίση του εδάφους, όταν αυτή αυξάνεται, αυξάνονται και οι απώλειες του εδάφους, καθώς αυξάνεται η ταχύτητα και ο όγκος της επιφανειακής απορροής (Zachar 1982). Με την απορροή και την απώλεια εδάφους μειώνεται η

οργανική ουσία (Tate 1987), η οποία αποτελεί σημαντική τροφή για την ανάπτυξη και επιβίωση των γαιοσκωλήκων, με αποτέλεσμα να παρατηρείται μικρότερος πλούτος των ειδών γαιοσκωλήκων στους βιολογικούς ελαιώνες της περιοχής έρευνας. Ομοίως, οι Flohre et al. (2011), Najar and Khan (2011) and Bhadauria et al. (2012) βρήκαν ότι ο πλούτος ειδών των γαιοσκωλήκων συσχετίζεται θετικά με την υγρασία, την οργανική ουσία του εδάφους και την κάλυψη των ποωδών φυτών.

➤ Συμβατικοί ελαιώνες

Ο πλούτος ειδών των γαιοσκωλήκων στους συμβατικούς ελαιώνες μειώνεται με την αύξηση της εφαρμογής ανόργανης λίπανσης N και K, τη θερμοκρασία του εδάφους και την έκταση του χωραφιού, πιθανόν λόγω της εφαρμογής χημικών λιπασμάτων τα οποία έχουν αρνητική επίδραση σ' αυτούς. Συγκεκριμένα, τα αζωτούχα λιπάσματα δημιουργούν όξινες συνθήκες στο έδαφος, οι οποίες είναι θανατηφόρες για τους γαιοσκώληκες (Reinecke and Reinecke 2004). Οι γαιοσκώληκες όχι μόνο θανατώνονται άμεσα από τοξικά χημικά, αλλά επηρεάζονται και οι ρυθμοί ανάπτυξης, αναπαραγωγής και συμπεριφοράς τους (Helmke et al. 1979, Τζώρτζη 2010). Σύμφωνα με τους Xiang et al. (2006), Yang et al. (2007), Iordache and Borza (2010), η έντονη χρήση αγροχημικών (π.χ. ζιζανιοκτόνα και λιπάσματα) μπορούν να έχουν επιζήμια επίδραση στους γαιοσκώληκες. Αντίθετα, οι Tiwari (1993), Smetak et al. (2007) και Bilalis et al. (2009) έδειξαν ότι η εφαρμογή λιπασμάτων προκάλεσε αυξήσεις στον αριθμό των γαιοσκωλήκων.

Όσο αφορά στη θερμοκρασία του εδάφους στους συμβατικούς ελαιώνες, η δραστηριότητα, ο μεταβολισμός, η ανάπτυξη, η αναπνοή και η αναπαραγωγή των γαιοσκωλήκων επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από αυτή (Edwards and Bohlen 1996). Η θερμοκρασία του εδάφους παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση των γαιοσκωλήκων σε ένα οικοσύστημα και οι διαθέσιμες πληροφορίες δείχνουν αρνητική συσχέτιση της θερμοκρασίας του εδάφους και του πληθυσμού των γαιοσκωλήκων (Karmegam and Daniel 2007, Eggleton et al. 2009).

Στους συμβατικούς ελαιώνες της περιοχής έρευνας δεν επιβεβαιώθηκε η θεωρία της σχέσης αριθμού ειδών – έκτασης όσο αφορά στον αριθμό ειδών γαιοσκωλήκων. Αυτό πιθανόν είναι αποτέλεσμα της διαχείρισης των συμβατικών ελαιώνων, δηλαδή των υψηλότερων ποσοτήτων χημικών λιπασμάτων και των υπολειμμάτων των ζιζανιοκτόνων που συσσωρεύονται στα μεγαλύτερης σε έκταση χωράφια επιδρώντας αρνητικά στον πλούτο ειδών των γαιοσκωλήκων (Iordache και Borza 2010).

➤ Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες

Παρόμοια με τους βιολογικούς ελαιώνες παρατηρήθηκε μείωση στον πλούτο ειδών των γαιοσκωλήκων με αύξηση της κλίσης του εδάφους στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες πιθανόν για τους ίδιους λόγους που προαναφέρθηκαν.

➤ Μακί

Σύμφωνα με το μοντέλο που προέκυψε, ο πλούτος ειδών των γαιοσκωλήκων στα μακί αυξάνεται με αύξηση της υγρασίας και της οργανικής ουσίας του εδάφους γεγονός το οποίο παρατηρήθηκε και για τον πλούτο ειδών των γαιοσκωλήκων στους βιολογικούς ελαιώνες. Δεδομένου ότι τα φυσικά οικοσυστήματα έχουν αντέξει διαχρονικά σε ποικιλία περιβαλλοντικών συνθηκών, ο Jackson (1978) υποστήριξε ότι θα πρέπει να λειτουργήσουν ως μοντέλα για την αειφορική γεωργία.

5.3.4 Carabidae

➤ Βιολογικοί ελαιώνες

Η φυτοκάλυψη των ξυλωδών φυτών, η οργανική ουσία του εδάφους, η εφαρμογή κοπριάς και ο πλούτος των ποωδών φυτών αποδείχτηκαν οι καλύτεροι δείκτες του πλούτου των Carabidae στους βιολογικούς ελαιώνες. Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο πλούτος των Carabidae επηρεάζεται θετικά από τις παραπάνω μεταβλητές. Τα Carabidae ίσως επηρεάζονται από τη φυτοκάλυψη των ξυλωδών και των ποωδών φυτών που τα προστατεύουν από τα αρπακτικά ζώα και τους προσφέρουν υγρασία η οποία ευνοεί την αύξηση του πληθυσμού τους (Koivula et al. 2003, Thomas et al. 2006, Taboada et al. 2008). Επίσης, επηρεάζονται από την ποικιλότητα (π.χ. πλούτο ειδών) των ξυλωδών και των ποωδών φυτών ίσως επειδή αυξάνεται η διαθεσιμότητα των πηγών τροφής τους (Halme and Niemelä 1993, Koricheva et al. 2000). Ακόμη, άλλη μια πιθανή εξήγηση της επίδρασης της υψηλής φυτοκάλυψης των ξυλωδών φυτών είναι η παραγωγή στρωμνής η οποία αυξάνεται όσο πιο γόνιμο είναι το έδαφος (Sharma and Ambasht 1987), με αποτέλεσμα να βρίσκουν τροφή και θρεπτικά στοιχεία τα Carabidae.

Τα ποώδη φυτά στους βιολογικούς ελαιώνες περιορίζονται με χορτοκοπτικά, σε αντίθεση με τους συμβατικούς ελαιώνες στους οποίους καταπολεμούνται με χημικές μεθόδους. Επειδή οι τελευταίες είναι περισσότερο δραστικές, η διάρκεια παραμονής των ποωδών φυτών στο χωράφι, η βιομάζα τους, αλλά και η ποικιλότητά τους είναι μεγαλύτερη στους βιολογικούς ελαιώνες. Η μεγάλη ποικιλότητα (π.χ. πλούτος ειδών)

ποωδών φυτών είναι η βάση διαμόρφωσης ποικίλων μικροενδιαιτημάτων, φυτικού υλικού και σπόρων, πράγμα που ωφελεί ορισμένα Carabidae (Kromp and 1984, Kromp 1989, Andersen and Eltun 2000). Αν και τα περισσότερα είδη αυτής της οικογένειας είναι θηρευτές, έχει αποδειχτεί ότι ορισμένα μπορεί να γίνουν προαιρετικά φυτοφάγα και να καταναλώσουν μεγάλες ποσότητες φυτικού υλικού, ενώ τα είδη που είναι θηρευτές μπορεί να επωφελούνται από την παρουσία των ποωδών φυτών έμμεσα από την αύξηση της αφθονίας ή της ποικιλότητας της λείας τους (Purvis and Curry 1984).

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας αύξησης του πλούτου των Carabidae αποτελεί η εφαρμογή κοπριάς στους βιολογικούς ελαιώνες, η οποία είναι οργανική ουσία που χρησιμοποιείται ως οργανικό λίπασμα στο έδαφος των ελαιώνων και συμβάλλει στη γονιμότητα του εδάφους με την επιπλέον προσθήκη θρεπτικών στοιχείων ωφελώντας έμμεσα αρκετούς θηρευτές (π.χ. Carabidae), καθώς αποτελεί ενδιαίτημα για τη λεία τους (Purvis and Curry 1984, Hokkanen and Holopainen 1986, Basedow 1994). Επίσης, η οργανική ουσία ευνοεί την ικανότητα συγκράτησης νερού, τις συνθήκες θερμοκρασίας και τη δομή του εδάφους. Αυτό με τη σειρά του μπορεί να επηρεάσει την καταλληλότητα για διαχείριση, φωλεοποίηση και ωοτοκία. Παρόμοια, η κοπριά ευνοεί άμεσα τα ωφέλιμα αρθρόποδα (π.χ. Carabidae) και φαίνεται, ενδεχομένως, ένα χρήσιμο και πρακτικό μέσο για την προώθηση του φυσικού ελέγχου των ζημιολόγων ειδών στις καλλιέργειες (Purvis and Curry 1984). Σύμφωνα με τους Porhajassova et al. (2011), η εφαρμογή κοπριάς παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του πληθυσμού των Carabidae. Αντίθετα, οι Lowe et al. (1996) είχαν διαπιστώσει ότι η εμφάνιση των Carabidae σχετίζεται αντίστροφα με την εφαρμογή κοπριάς.

➤ Συμβατικοί ελαιώνες

Το μοντέλο που προέκυψε για τους συμβατικούς ελαιώνες για τον πλούτο ειδών των Carabidae ανέδειξε τη μείωση του πλούτου ειδών των Carabidae με την αύξηση της εφαρμογής ανόργανης λίπανσης N και K. Μια πρώτη ερμηνεία είναι ότι οι αλλαγές στη διαχείριση του αγροοικοσυστήματος εξαιτίας της εφαρμογής των ανόργανων λιπασμάτων επηρεάζουν αρνητικά τη βιοποικιλότητα (IFDC 1979). Ένας επιπλέον λόγος θα μπορούσε να είναι το γεγονός ότι μερικά είδη της τάξης των κολεοπτέρων είναι ανίκανα να ολοκληρώσουν τον κύκλο ζωής τους κάτω από την εντατική διαχείριση εξαιτίας της βραχυπρόθεσμης τοξικής επίδρασης της αμμωνίας που περιέχεται στα ανόργανα λιπάσματα (MacDonald 2006). Τέλος, οι Cárcamo et al. (1995) και Ellsbury et al. (1998)

αναφέρουν ότι η ποικιλότητα και ο πλούτος των Carabidae ήταν υψηλότερα εκεί όπου η εφαρμογή αγροχημικών ήταν μειωμένη.

➤ Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες

Το μοντέλο για τον πλούτο ειδών των Carabidae περιλαμβάνει δύο μεταβλητές. Ο πλούτος ειδών των Carabidae αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα και της κάλυψης των ποωδών φυτών στο έδαφος. Η δραστηριότητα των αρθροπόδων επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες συμπεριλαμβανομένης και της θερμοκρασίας. Έτσι, οι διαφορές στη δραστηριότητα συσχετίστηκαν με τις διαφορές στην πυκνότητα της φυτοκάλυψης, οι οποίες είχαν ως πιθανή αιτία τη διαφοροποίηση του μικροκλίματος (Honěk 1988, Honěk and Martinková 1991) των εγκαταλειμμένων ελαιώνων.

Επιπρόσθετα, η ανάδειξη της κάλυψης των ποωδών φυτών ως δείκτη του πλούτου ειδών των Carabidae είναι πολύ πιθανό να οφείλεται στη δημοφιλή υπόθεση που αφορά τις τροφικές αλληλεπιδράσεις σε σχέση με την ποικιλία των ειδών, η λεγόμενη «υπόθεση των εχθρών» (Root 1973), που προβλέπει ότι τα αρπακτικά είναι πιο άφθονα και πιο ποικίλα (και έτσι μπορούν να ρυθμίζουν πιο αποτελεσματικά τα κατώτερα τροφικά επίπεδα όπως τα φυτοφάγα) σε πλούσιες σε είδη φυτικές κοινότητες, επειδή αυτές οι κοινότητες προσφέρουν μια μεγαλύτερη ποικιλία ενδιαιτημάτων, καθώς επίσης και ένα μεγαλύτερο φάσμα και χρονικά πιο σταθερή διαθεσιμότητα λείας (Jactel et al. 2005).

Μια άλλη πιθανή ερμηνεία είναι ότι η δομή της βλάστησης επιδρά με δύο τρόπους στην εδαφοπανίδα: από τη μια εμποδίζει την ελεύθερη μετακίνηση των ζώων που κινούνται στην επιφάνεια του εδάφους και από την άλλη δημιουργεί το δομικό σκελετό πολλών μικροενδιαιτημάτων. Η δομή και η σύνθεση των ποωδών φυτών έχει αποδειχθεί ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στις προτιμήσεις ενδιαιτήματος από τα Carabidae (XiaoDong et al. 2003, Magura et al. 2005). Συγκεκριμένα, η κάλυψη των ποωδών φυτών αποτελεί καταφύγιο και πηγή εναλλακτικών τροφών για τα Carabidae (Blubaugh et al. 2011). Επίσης έχει ως όφελος την κατανάλωση των σπόρων των ποωδών φυτών από σποροφάγα ή παμφάγα Carabidae (Bárberi et al. 2010, Davis and Raghu 2010). Τέλος, με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία (Liang and Huang 1994, Norris and Kogan 2000, Marshall et al. 2003), η κάλυψη των ποωδών φυτών ευνοεί την ποικιλότητα των Carabidae σε οπωρώνες και αροτριάιες καλλιέργειες.

➤ Μακί

Με βάση το μοντέλο που προέκυψε για τον πλούτο των Carabidae στα μακί, ο πλούτος αυξάνεται με αύξηση του pH του εδάφους και της φυτοκάλυψης των ξυλωδών

φυτών. Οι αλλαγές σε αυτές τις παραμέτρους επηρεάζουν τα ασπόνδυλα του εδάφους και την ποσοτική αναλογία μεταξύ των τροφικών ομάδων αυτών των οργανισμών (Bezkorovainaya and Yashikhin 2003). Άλλη πιθανή εξήγηση θα μπορούσε να αποτελεί το γεγονός ότι τα αυγά και οι προνύμφες των Carabidae είναι πολύ ευαίσθητα στις περιβαλλοντικές συνθήκες (Lövei and Sunderland 1996).

Επίσης, η σημαντική θετική αλληλεπίδραση της αφθονίας των ειδών των Carabidae και του pH του εδάφους εξηγείται από την έλλειψη ειδών σε όξινα εδάφη (Lindroth 1985–1986). Πρόσφατες μελέτες (Butterfield and Benitez Malvido 1992, Butterfield 1997) έδειξαν ότι η χωρική κατανομή και οι τύποι των ενδιαιτημάτων που προτιμούν τα Carabidae επηρεάζονται από το pH του εδάφους. Επιπλέον, η πλειοψηφία των αρπακτικών των Carabidae είναι ευαίσθητα στο pH του εδάφους και έτσι θα μπορούσε να επηρεάζεται η αφθονία των ειδών των Carabidae. Οι Nietupski et al. (2010) όμως αναφέρουν ότι μείωση του pH του εδάφους είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του αριθμού των Carabidae.

Εκείνο όμως που επηρεάζει καθοριστικά τα Carabidae είναι η δομή και η δυναμική της κάλυψης των ξυλωδών ειδών των μακί, πιθανόν λόγω της ποσότητας και της ποιότητας της στρωμνής που προέρχεται από αυτά (Μαρμάρη 1991) και αποτελεί άμεση και έμμεση τροφή για τα Carabidae. Η ποικιλία φυτικών ειδών της παραγόμενης στρωμνής, που χαρακτηρίζει ιδιαίτερα τη φυτοκοινωνία ενός μεσογειακού οικοσυστήματος, δημιουργεί έντονη ετερογένεια (μωσαϊκότητα), δηλαδή ύπαρξη στο ίδιο ενδιαίτημα διαφόρων τύπων οργανικού ορίζοντα με διαφορετικά φυσικά, δομικά (και συνεπώς μικροκλιματικά), βιοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά, ανάλογα με το φυτικό είδος κάτω από το οποίο σχηματίζονται. Γενικά, ενδιαιτήματα με οργανικό και ανόργανο ορίζοντα υψηλής περιεκτικότητας σε N, Ca, υδατοδιαλυτές οργανικές ενώσεις και χαμηλής περιεκτικότητας σε πολυφαινόλες και ταννίνες συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο αριθμό ειδών αρθροπόδων (Ραδέα 1989, Πίττα 2009).

5.3.5 Tenebrionidae

➤ Βιολογικοί ελαιώνες

Με βάση το μοντέλο που προέκυψε για τον πλούτο ειδών των Tenebrionidae, αυτός αυξάνεται με αύξηση της εφαρμογής κοπριάς, του πλούτου των ποωδών φυτών και του ύψους των ξυλωδών φυτών. Η κοπριά είναι οργανική ουσία η οποία εφαρμόζεται στους

βιολογικούς ελαιώνες ως οργανική λίπανση στο έδαφος και προτιμάται από τα Tenebrionidae επειδή αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους εδαφικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξή τους (Marcuzzi 1964). Αναφορικά με τον πλούτο των ποωδών φυτών, μια πιθανή εξήγηση είναι ότι κάθε φυτικό είδος αντιπροσωπεύει έναν ή περισσότερους πόρους για τα φυτοφάγα σκαθάρια (π.χ. Tenebrionidae) και σύμφωνα με τις σχετικές θεωρίες που έχουν αναπτυχθεί (Tilman 1986, Rosenzweig 1995), αυξανόμενης της ποικιλότητας των φυτών αυξάνεται η ποικιλότητα των φυτοφάγων αρθροπόδων (π.χ. Tenebrionidae).

Επιπρόσθετα, η αύξηση του ύψους των ξυλωδών φυτών έχει ως πιθανό αποτέλεσμα την αύξηση της κόμης του δέντρου. Επομένως, σύμφωνα με την υπόθεση της παραγωγικότητας (Hawkins et al. 2003, Currie et al. 2004, Ruggiero et al. 2009), η κάλυψη της βλάστησης και η βιομάζα της στρωμνής αντιπροσωπεύουν μαζί πτυχές της παραγωγικότητας των ενδιαιτημάτων, κάτι το οποίο έχει σημαντική θετική επίδραση στην ποικιλότητα των κολεοπτέρων (Antvogel and Bonn 2001, Laussau et al. 2005). Επιπλέον, άλλη μια πιθανή εξήγηση είναι ότι η υψηλή φυτοκάλυψη ευνοεί την υγρασία του εδάφους και σε συνδυασμό με την αύξηση του ύψους των ξυλωδών φυτών, η οποία πιθανόν να επιτρέπει τη διέλευση φωτός στην επιφάνεια του εδάφους των αγροοικοσυστημάτων σε σχέση με τα χαμηλότερα ξυλώδη φυτά, αποτελούν παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την ποικιλότητα της κοινότητας των κολεοπτέρων (Fahy and Gormally 1998, Hiroshi et al. 2005).

➤ Συμβατικοί ελαιώνες

Όσο αφορά στο μοντέλο που αναπτύχθηκε για τους συμβατικούς ελαιώνες ο πλούτος ειδών των Tenebrionidae αυξάνεται με αύξηση της κάλυψης των ποωδών φυτών και μειώνεται με αύξηση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου. Η σύνθεση και κάλυψη της ποώδους βλάστησης επηρεάζει άμεσα τα ασπόνδυλα επειδή τους παρέχει όχι μόνο τροφή, αλλά επιπλέον επαρκή προστασία ενάντια στις αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος και καταφύγιο από τους θηρευτές (Dabrowska-Prot 1999, Hiroshi et al. 2005). Σύμφωνα με τους Majer et al. (1984), τα αρθρόποδα επηρεάζονται από την κάλυψη και τον πλούτο των ποωδών φυτών.

Όσο αφορά στον ψεκασμό των ποωδών φυτών με ζιζανιοκτόνο αυτό πιθανόν να έχει έμμεση αρνητική επίδραση επειδή τα ψεκασμένα ποώδη φυτά αποτελούν πηγή τροφής για τα φυτοφάγα Tenebrionidae με αποτέλεσμα αυτά να δηλητηριάζονται. Επίσης, η μείωση των ποωδών φυτών εξαιτίας της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου έχει ως πιθανό

αποτέλεσμα την έλλειψη τροφής για τα φυτοφάγα σκαθάρια και σύμφωνα με σχετική θεωρία (Southwood et al. 1979) η μείωση της ποικιλότητας των ποωδών φυτών επιφέρει μείωση της ποικιλότητας των φυτοφάγων αρθροπόδων. Ταυτόχρονα, η εξάλειψη ειδών της εδαφοπανίδας μέσω της εφαρμογής φυτοπροστατευτικών ουσιών είναι καταστρεπτική για βασικές λειτουργίες του εδαφικού συστήματος, όπως η αποσύνθεση και επίσης έχει σοβαρές επιπτώσεις στις τροφικές αλυσίδες που συνδέονται με αυτές.

➤ Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες

Στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες ο πλούτος ειδών των Tenebrionidae αυξάνεται με αύξηση του δείκτη ποικιλότητας Shannon των ξυλωδών φυτών και του pH του εδάφους. Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα θα μπορούσε να αποδοθεί στο ότι η ποικιλότητα των φυτών είναι σημαντική στον καθορισμό της ποικιλότητας των ζώων, λόγω του ότι η μεγάλη ποικιλία πηγών τροφής στηρίζει μεγάλο αριθμό ειδών καταναλωτών (π.χ. Tenebrionidae). Τα περισσότερα μοντέλα (Lotka 1925, MacArthur 1972, Siemann et al. 1998) προβλέπουν αυξανόμενης της φυτικής ποικιλότητας αυξάνεται η ποικιλότητα των φυτοφάγων αρθροπόδων, κυρίως μέσω των επιδράσεων της ποικιλότητας των φυτών στα φυτοφάγα και τα αρπακτικά. Επιπρόσθετα, όσο αφορά στην ποικιλότητα των ξυλωδών φυτών, αυτή έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή στρωμνής, με τα κολεόπτερα να επιδρούν στην αποσύνθεσή της (Witkamp και Crossley 1966, Dindal 1990) και τη δυναμική των θρεπτικών συστατικών εντός της διεπιφάνειας του εδάφους/στρωμνής (Lattin 1993, Wardle 1999, Rieseke and Buss, 2001).

Σχετικά με το pH του εδάφους, αυτό θεωρείται σημαντικός παράγοντας για το έδαφος, καθώς ρυθμίζει πολλές χημικές διαδικασίες. Συγκεκριμένα, επηρεάζει τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων για τα φυτά. Έτσι τα Tenebrionidae επηρεάζονται έμμεσα από το pH του εδάφους μέσω της κοινότητας των φυτών, την οποία χρησιμοποιούν για τροφή και κάλυψη από τους θηρευτές (Zobel et al. 1998). Οι Reddy and Venkataiah (1990) και Magura et al. (2003) συμπέραναν στην έρευνά τους ότι η αφθονία και η ποικιλότητα των κολεοπτέρων επηρεάζεται από το pH του εδάφους.

➤ Μακί

Το μοντέλο που δημιουργήθηκε για τον πλούτο ειδών των Tenebrionidae έδειξε ότι ο πλούτος ειδών αυξάνεται με την αύξηση της φυτοκάλυψης των ξυλωδών φυτών και την υγρασία του αέρα. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω εκείνο που επηρεάζει καθοριστικά την εδαφοπανίδα ως προς τη δομή και τη δυναμική της είναι η φυτοκάλυψη των ξυλωδών φυτών και πάνω από όλα η ποσότητα και η ποιότητα της στρωμνής που προέρχεται από

αυτά (Μαρμάρη 1991). Έτσι, οι αποσυνθέτες, όπως είναι τα Tenebrionidae, βρίσκουν κατάλληλες συνθήκες για να τραφούν και να επιβιώσουν. Σε αυτά τα συμπεράσματα έχει καταλήξει ο Di Castri (1981) μετά από έρευνα σε μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα. Όσο αφορά στους αβιοτικούς παράγοντες (π.χ. υγρασία αέρα), αυτοί επηρεάζουν άμεσα τις κοινότητες των ασπονδύλων (π.χ. Tenebrionidae) και επιπλέον έχουν έμμεση επίδραση μέσω της σύνθεσης της βλάστησης (Nakamura et al. 1970). Πιο συγκεκριμένα, η υγρασία του αέρα επηρεάζει τα φυτά μέσω της επίδρασής της στην διαπνοή των φυτών. Η βλάστηση επηρεάζει άμεσα τα ασπόνδυλα, επειδή παρέχει σε αυτά όχι μόνο τροφή, αλλά και προστασία από τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες και καταφύγιο από τους θηρευτές (Hiroshi et al. 2005).

5.3.6 Ισόποδα

➤ Βιολογικοί ελαιώνες

Ο πλούτος ειδών των ισοπόδων στους βιολογικούς ελαιώνες βρέθηκε να αυξάνεται με την αύξηση της υγρασίας του αέρα, του πλούτου των ξυλωδών φυτών και της οργανικής ουσίας του εδάφους. Το αποτέλεσμα της επίδρασης της υγρασίας πιθανόν οφείλεται στο γεγονός ότι τα ισόποδα χρειάζονται αυξημένη υγρασία για την αναπνοή και τη μείωση της απώλειας του σωματικού νερού. Έτσι, τα ισόποδα προτιμούν να ζουν σε υγρά ενδιαιτήματα για να επιβιώσουν. Σύμφωνα με τους Edney and Spencer (1955), τα ισόποδα είναι σε θέση να ζουν κάτω από μια μεγάλη ποικιλία συνθηκών. Συγκεκριμένα, η υψηλή υγρασία του αέρα είναι βασικός παράγοντας για την επιβίωσή τους (Csonka et al. 2011).

Αναφορικά με τον πλούτο των ξυλωδών φυτών, μια πιθανή εξήγηση είναι ότι αυτά παράγουν διαφορετικής ποιότητας πλούσια στρωμνή, η οποία αποτελεί το κυριότερο ενδιαίτημα των χερσαίων ισοπόδων λόγω του ότι τρέφονται με νεκρό οργανικό υλικό. Γενικά, η βιολογική καλλιέργεια ευνοεί τη δημιουργία κατάλληλων μικροενδιαιτημάτων που συμβάλλουν στην αύξηση και διατήρηση του πληθυσμού των ισοπόδων. Σύμφωνα με τον Sfenthourakis (1996) η ποικιλότητα του ενδιαιτήματος φαίνεται να είναι ο πιο καθοριστικός παράγοντας για τον πλούτο ειδών ισοπόδων. Όσο αφορά στην επίδραση της οργανικής ουσίας του εδάφους, αυτή σχετίζεται με το γεγονός ότι η κύρια διατροφή των ισοπόδων αποτελείται από νεκρά οργανικά υλικά (π.χ. φυλλοστρωμνή, σάπια ξύλα, μύκητες) και ότι τα ισόποδα αποτελούν βασικούς ρυθμιστές των λειτουργιών του

οικοσυστήματος δηλαδή της αποσύνθεσης και της ανακύκλωσης των θρεπτικών συστατικών (Paolletti and Hassall 1999).

➤ Συμβατικοί ελαιώνες

Σύμφωνα με το μοντέλο που προέκυψε για τους συμβατικούς ελαιώνες, ο πλούτος ειδών ισοπόδων παρατηρήθηκε να μειώνεται με την αύξηση της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου και ανόργανης λίπανσης N. Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα θα μπορούσε να αποδοθεί σε ένα συνδυασμό άμεσων και έμμεσων επιπτώσεων της εφαρμογής των ζιζανιοκτόνων στους συμβατικούς ελαιώνες. Συγκεκριμένα, άμεσες επιπτώσεις στα ποσοστά θνησιμότητας των ισοπόδων προκύπτουν από την τοξικότητα των ζιζανιοκτόνων, την απλούστευση της δομής του ενδιαιτήματος και τη μειωμένη διαθεσιμότητα καταφυγίων για την προστασία των ισοπόδων. Από την άλλη πλευρά όμως προκύπτει και μια έμμεση επίδραση στα ποσοστά θνησιμότητας των ισοπόδων, που αφορά στη μείωση των ρυθμών ανάπτυξης και της γονιμότητας, καθώς μειώνεται η παραγωγή και η διαθεσιμότητα τροφής υψηλής ποιότητας από τη φυλλοστρωμή των δικοτυλήδων φυτών, τα οποία αποτελούν την πλειοψηφία των ποωδών φυτών (Hassall 1996, Paolletti and Hassall 1999).

Σχετικά με την αρνητική επίδραση της εφαρμογής ανόργανης λίπανσης N στον πλούτο ειδών των ισοπόδων, αυτή πιθανόν οφείλεται στην αμμωνία που εμπεριέχεται στο λίπασμα και είναι ιδιαίτερα τοξική για τους ζωικούς οργανισμούς. Η εφαρμογή ανόργανων λιπασμάτων στη γεωργία επιφέρει αλλαγές στην ενέργεια και την ανακύκλωση και αποθήκευση των θρεπτικών στοιχείων, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα τη διαταραχή της φυσιολογικής λειτουργίας του οικοσυστήματος, επηρεάζοντας έτσι τους φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς (Pagiola et al.1998). Προηγούμενες έρευνες αναφέρουν ότι η ποικιλότητα και αφθονία των ισοπόδων επηρεάζεται από τις γεωργικές πρακτικές, όπως είναι το όργωμα, η λίπανση και τα φυτοφάρμακα (Paolletti and Hassall 1999, Fraj et al. 2010).

➤ Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες

Το μοντέλο που κατασκευάστηκε για τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες δείχνει ότι ο πλούτος ειδών των ισοπόδων αυξάνεται καθώς αυξάνεται η φυλλοστρωμή και το pH του εδάφους. Αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στις άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις που ασκούν οι παραπάνω παράμετροι του εδάφους στον πλούτο των ισοπόδων στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες. Αναλυτικότερα, η παρουσία φυλλοστρωμής ευνοεί την αναπαραγωγή των ισοπόδων. Η άμεση συνεισφορά περιλαμβάνει τη διάσπαση της

φυλλοστρωμνής (Hassal et al. 1987), ενώ η έμμεση συνεισφορά περιλαμβάνει την κατάποση της φυλλοστρωμνής και την έκκριση κοπράνων στην εδαφική επιφάνεια, ενισχύοντας έτσι την μικροβιακή δραστηριότητα και παρέχοντας τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά (Teuben et al. 1990).

Πιο συγκεκριμένα, το άζωτο (N) θεωρείται ως το πλέον αναγκαίο στοιχείο για την ανόργανη θρέψη των φυτών, καθώς αποτελεί συνήθως το 1-6% επί του ξηρού βάρους των φυτικών ιστών. Το άζωτο βρίσκεται στο έδαφος υπό μορφή νιτρικών ιόντων (NO_3^-), δηλαδή της περισσότερο αφομοιώσιμης μορφής από τα φυτά, έχοντας ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη της κόμης, την αξιοποίηση του φωτός και επομένως την αύξηση της φυλλικής επιφάνειας των φυτών (Γεωργίλα 2006). Επίσης, η ανάπτυξη των φυτών και η βλάστηση επηρεάζεται και από το pH του εδάφους, επειδή καθορίζει την απορρόφηση και τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους (Brady and Weil 2002). Επομένως, προκειμένου τα ισόποδα να επιβιώσουν, τρέφονται με νεκρά ή σάπια φυτά ή ζώα (βρίσκουν προστασία κάτω από τα φυτά) και κάποια είδη ισοπόδων τρέφονται και με ζωντανά ποώδη φυτά (CISEO 1997).

➤ Μακί

Η οργανική ουσία του εδάφους στα μακί αναδείχθηκε ως αβιοτικός δείκτης που ευνοεί τον πλούτο των ειδών ισοπόδων. Η ερμηνεία αυτής της διαπίστωσης είναι παρόμοια με αυτή που αναφέρθηκε στους βιολογικούς ελαιώνες παραπάνω, επειδή αυτοί προσομοιάζουν με τα φυσικά οικοσυστήματα όπως είναι τα μακί.

5.3.7 Ορνιθοπανίδα

α) Διαχειμάζοντα είδη

➤ Βιολογικοί ελαιώνες

Σύμφωνα με το μοντέλο για τους βιολογικούς ελαιώνες, ο πλούτος των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών, αυξάνεται με αύξηση της πυκνότητας των ξυλωδών φυτών, την έκταση του χωραφιού, την κάλυψη των ποωδών φυτών και την πυκνότητα των γαιοσκωλήκων, ενώ μειώνεται με την αύξηση του ύψους των ξυλωδών φυτών. Παρατηρήθηκε ότι και τα διαχειμάζοντα είδη πουλιών στην περιοχή έρυνας ακολουθούν ένα από τα γενικότερα πρότυπα της οικολογίας κατά το οποίο ο αριθμός των ειδών συσχετίζεται θετικά με την έκταση του χωραφιού (Keely 2003). Άλλη μια πιθανή εξήγηση είναι ότι τα βιολογικά χωράφια ίσως έχουν υψηλότερα επίπεδα ετερογένειας

ενδαιτημάτων από τα μη βιολογικά και έτσι πιθανόν προσφέρουν ευνοϊκότερες προϋποθέσεις για την αποκατάσταση της βιοποικιλότητας (Krebs et al. 1999, Fuller et al. 2005).

Όσο αφορά στη βλάστηση (κάλυψη ποωδών και πυκνότητα ξυλωδών φυτών), αυτή αποτελεί έναν από τους παράγοντες που επηρεάζουν τον πλούτο των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών, λόγω της αυξημένης ποικιλίας των διαθέσιμων θέσεων, βρίσκουν προστασία από διάφορες απειλές (π.χ. ανθρώπινες, περιβαλλοντικές) και της μεγάλης ποικιλίας τροφής (σπόροι, ασπόνδυλα κ.ά.) που προσφέρει η βιολογική γεωργία για την επιβίωσή τους (Riley et al. 2008, Carey et al. 2009). Η ποικιλότητα της δομής της βλάστησης είναι μια ευρέως αποδεκτή πρόβλεψη του πλούτου και της σύνθεσης της κοινότητας των πουλιών, σύμφωνα με τους Wiens (1989) και MacArthur et al. (1996). Η σχέση περιλαμβάνει απλές αυξήσεις του πλούτου των ειδών με την αύξηση της πολυπλοκότητας της δομής της βλάστησης (Whelan 2001), μέσω χωρικών και χρονικών μεταβολών στη σύνθεσή της εξαιτίας των αλλαγών του τοπικού μοτίβου της βλάστησης (Recher and 1991, Recher and Holmes 2000) ή ολόκληρου του μωσαϊκού του τοπίου (Woinarski et al. 2000).

Αναφορικά με την πυκνότητα των γαιοσκωλήκων, αυτή ευνοεί τον πλούτο των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών λόγω του ότι οι γαιοσκώληκες περιέχουν θρεπτικά στοιχεία, έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, μέταλλα και βιταμίνες, που τους καθιστά μια από τις πιο ευεργετικές και ελκυστικές τροφές για τα πουλιά, ιδιαίτερα κατά τους χειμερινούς μήνες που γενικά οι τροφές είναι λιγοστές. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία η διαθεσιμότητα τροφής (π.χ. γαιοσκώληκες) είναι ο παράγοντας κλειδί που καθορίζει την ποικιλότητα των ειδών πουλιών (Haberl et al. 2005).

Από το μοντέλο, επίσης, προέκυψε ότι ο πλούτος των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών αυξάνεται με τη μείωση του ύψους των ξυλωδών φυτών, πιθανόν λόγω του ότι προκειμένου να προστατευθούν τα διαχειμαζόντα είδη πουλιών προτιμούν τα χαμηλά σε ύψος ξυλώδη φυτά σε σύγκριση με τα υψηλότερα τα οποία εποπτεύονται από τους θηρευτές τους (π.χ. αρπακτικά πουλιά). Επίσης, οι φιλικές πρακτικές που εφαρμόζονται στους βιολογικούς ελαιώνες τα βοηθάει να εντοπίσουν πιο εύκολα και γρήγορα την τροφή (π.χ. σπόροι, ασπόνδυλα κ.ά.) που απαιτείται για την επιβίωσή τους, καταναλώνοντας επομένως τη λιγότερη δυνατή ενέργεια.

➤ Συμβατικοί ελαιώνες

Σύμφωνα με το μοντέλο που προέκυψε για τον πλούτο των ειδών στους συμβατικούς ελαιώνες, ο πλούτος των διαχειμαζόντων ειδών αυξάνεται με αύξηση της πυκνότητας και του ύψους των ξυλωδών φυτών. Αυτό πιθανόν οφείλεται στο ότι τα ξυλώδη φυτά αυξάνουν την ετερογένεια του ενδιαιτήματος, ενισχύοντας έτσι την ποικιλία των οικοθέσεων (Tews et al. 2004, Hinsley and Bellamy 2004). Επίσης, η πυκνότητα των ξυλωδών φυτών ευνοεί την πυκνότητα των ασπόνδυλων με τα οποία τρέφονται τα πουλιά (Otiemo et al. 2011). Ακόμη, μια πιθανή εξήγηση για την επιλογή των υψηλών ξυλωδών φυτών από τα διαχειμάζοντα είδη πουλιών είναι ότι προσπαθούν να προφυλαχθούν από τις καλλιεργητικές επεμβάσεις (π.χ. χρήση εντομοκτόνων) και επιπλέον έτσι ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος θήρευσης από άλλα ζωικά είδη (Ekman 1986) στους συμβατικούς ελαιώνες.

➤ Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες και Μακί

Το μοντέλο που δημιουργήθηκε για τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες δείχνει ότι ο πλούτος των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών αυξάνεται με την αύξηση της πυκνότητας και του δείκτη ποικιλότητας Shannon των ξυλωδών φυτών. Παρόμοια, το μοντέλο που δημιουργήθηκε για τα μακί επισημαίνει την αύξηση του πλούτου των ειδών πουλιών με την αύξηση της πυκνότητας, του δείκτη ποικιλότητας Shannon και του ύψους των ξυλωδών φυτών. Έτσι, η πυκνότητα, η ποικιλότητα και το ύψος των ξυλωδών φυτών πιθανόν να επηρεάζουν τον πλούτο των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών με το να προσφέρουν ποικιλία οικοθέσεων και τροφής (π.χ. καρπούς, ασπόνδυλα, σπόροι φυτών) και τέλος καταφύγιο για τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες και τους θηρευτές (Sánchez et al. 2012). Αν και η δομή της βλάστησης έχει θεωρηθεί ως ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν τις παραμέτρους της κοινότητας των πουλιών (Blondel et al. 1973), η κατανομή των πουλιών δεν επηρεάζεται μόνο από τη δομή της βλάστησης, αλλά και από τη σύνθεση των φυτικών ειδών (Rotenberry 1985).

β) Αναπαραγόμενα ζευγάρια

➤ Βιολογικοί ελαιώνες

Με βάση το μοντέλο που κατασκευάστηκε για τους βιολογικούς ελαιώνες, ο πλούτος των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών αυξάνεται με την αύξηση της έκτασης του χωραφιού, την εφαρμογή ανόργανης λίπανσης K-Mg, της φυτοκάλυψης των ξυλωδών φυτών, της κάλυψης των ποωδών φυτών και της πυκνότητας των Carabidae και

Tenebrionidae. Στα αναπαραγόμενα είδη πουλιών, όπως και στα διαχειμιάζοντα είδη, παρατηρήθηκε να ακολουθείται ένα από τα γενικότερα πρότυπα της οικολογίας, το οποίο υποστηρίζει ότι ο αριθμός των ειδών συσχετίζεται θετικά με την έκταση του χωραφιού (Honer and Greuter 1988, Greuter 1991). Οι μεγάλοι σε έκταση βιολογικοί ελαιώνες εξαιτίας των φιλικών γεωργικών πρακτικών που εφαρμόζονται είναι πολύ πιθανό να προσφέρουν ευνοϊκές συνθήκες για τροφή και φωλεοποίηση, καθώς επίσης και κάλυψη από τους θηρευτές.

Στους βιολογικούς ελαιώνες της περιοχής έρευνας η εφαρμογή ανόργανης λίπανσης K-Mg είναι πιθανόν να επηρεάζει έμμεσα τον πλούτο των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή ανόργανης λίπανσης K-Mg αυξάνει την τροφή των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών δηλαδή τον πλούτο και την κάλυψη των ποωδών φυτών, καθώς και τον πλούτο και την πυκνότητα των Carabidae και Tenebrionidae, διαμέσου των ακόλουθων τρόπων: αυξάνοντας την οργανική ουσία του εδάφους, συμβάλλοντας στη γονιμότητα του εδάφους με την προσθήκη θρεπτικών στοιχείων, βοηθώντας στη διατήρηση της υγρασίας του εδάφους και στη δημιουργία συνθηκών οι οποίες διατηρούν και προωθούν την υψηλή ποικιλότητα των κολεοπτέρων (Carmona and Landis 1999, Chen et al. 2004, Akkuzu 2006).

Ακόμη, η υψηλή φυτοκάλυψη των ξυλωδών φυτών παρέχει τροφή με τη μορφή φύλλων, ανθέων, γύρης, νέκταρος και καρπών για τα αναπαραγόμενα είδη πουλιών. Παράλληλα, η υψηλή φυτοκάλυψη προσφέρει προστασία και καταφύγιο στα αναπαραγόμενα είδη πουλιών από τα αρπακτικά ζώα και τις αντίξοες καιρικές συνθήκες. Τέλος, προσφέρει και ένα πιο ευνοϊκό δροσερό μικροκλίμα για τα πουλιά και τα έντομα (Lyons et al. 1998-2009).

➤ Συμβατικοί ελαιώνες

Στους συμβατικούς ελαιώνες, όπως διαπιστώθηκε από το μοντέλο που κατασκευάστηκε, ο πλούτος των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών αυξάνεται με την αύξηση του πλούτου, του δείκτη ποικιλότητας Shannon και του ύψους των ξυλωδών φυτών. Αυτό πιθανόν οφείλεται στο ότι τα ξυλώδη φυτά ικανοποιούν τις βασικές απαιτήσεις για ενδιαίτημα για πολλά είδη πουλιών με τη μορφή τροφής, καταφυγίου και θέσης για αναπαραγωγή (Macdonald and Johnson 1995). Ο πλούτος ειδών των πουλιών έχει βρεθεί να συσχετίζεται θετικά με την πολυπλοκότητα και τον πλούτο της βλάστησης σε διάφορα ενδιαίτηματα (James and Wamer 1982, Rice et al. 1984).

➤ Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες

Στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες, βρέθηκε ότι ο πλούτος των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών αυξάνεται με την αύξηση της κάλυψης των ποωδών φυτών και του ύψους των ξυλωδών φυτών. Η αυξημένη κάλυψη των ποωδών φυτών είναι σημαντική πηγή τροφής και κάλυψης για την άγρια ζωή. Σύμφωνα με τους Cooper (2002) και Husté et al. (2006), η αύξηση της ποικιλότητας, της αφθονίας και της κάλυψης των ποωδών φυτών επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα της τροφής και τις θέσεις φωλιάσματος για τα πουλιά, έχοντας ως αποτέλεσμα την αύξηση του πλούτου των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών. Επίσης, τα ξυλώδη φυτά επηρεάζουν τη σύνθεση της κοινότητας των πουλιών και έτσι ο πλούτος των πουλιών επηρεάζεται από την ποικιλότητα των ξυλωδών φυτών (Rice et al. 1984, Boone and Krohn 2000). Επιπρόσθετα το ύψος των ξυλωδών φυτών σε συνδυασμό με την αυξημένη φυτοκάλυψη (Okitsu 2005) αποτελεί παράγοντα ο οποίος ευνοεί τον πλούτο των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών, ίσως επειδή ευνοεί την αφθονία των εντόμων που αποτελούν μέρος της διατροφής τους, ως αποτέλεσμα των υγρών συνθηκών και της πυκνής βλάστησης (Erwin 1982, Chettri et al. 2005).

➤ Μακί

Όσο αφορά στον πλούτο των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών στα μακί, αυτός αυξάνεται με την αύξηση της πυκνότητας και του ύψους των ξυλωδών φυτών. Η βλάστηση αποτελεί τη βάση της τροφικής αλυσίδας και παρέχει καταφύγιο, κάλυψη και δυνατότητα τροποποίησης του μικροκλίματος (Goldstein et al. 1986) για τα αναπαραγόμενα είδη πουλιών. Έχουν διατυπωθεί προβλέψεις του πλούτου των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών από τη βλάστηση των ξυλωδών φυτών σε μια ποικιλία ενδιαιτημάτων (MacArthur and MacArthur 1961, Recher 1969). Έχουν βρεθεί θετικές και ισχυρές συσχετίσεις μεταξύ των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών και διαφόρων δεικτών της ποικιλότητας των ξυλωδών φυτών (πλούτος, πυκνότητα και δείκτης ποικιλότητας Shannon των ξυλωδών φυτών) (O'Connor and Jones 1997, Heckscher et al. 2002).

5.4 Είδη-δείκτες στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί

5.4.1 Ποώδη φυτά

➤ Χειμερινή περίοδος

Ένα σύνολο από 11 είδη χειμερινών και 14 εαρινών φυτικών ειδών αναδείχθηκαν ως είδη-δείκτες στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και στα μακί. Η χρησιμότητά τους

για την ανίχνευση αλλαγών στα οικοσυστήματα των ελαιώνων και τη διαχειρισή τους είναι προφανής. Πιο αναλυτικά, κατά τη χειμερινή περίοδο τα φυτικά είδη: *Hordeum murinum*, *Salvia verbenaca*, *Cyclamen graecum* και *Leontodon tuberosus* και την εαρινή περίοδο: *Leontodon tuberosus*, *Muscari comosum*, *Tordylium apulum*, *Salvia verbenaca*, *Raphanus raphanistrum*, *Fumaria officinalis*, *Cyclamen graecum*, *Erodium cicutarium*, *Anthemis arvensis*, *Aegilops ovata*, *Geranium robertianum*, *Avena barbata*, *Convolvulus althaeoides* και *Pallenis spinosa* ταξινομήθηκαν ως ευρυτοπικά είδη έχοντας ευρεία οικολογική θέση και εύρος κατανομής στην περιοχή έρευνας. Τα πιο άφθονα μεταξύ των παραπάνω ειδών ήταν τα *C. graecum* και *L. tuberosus* κατά τη χειμερινή δειγματοληψία, ενώ τα *L. tuberosus*, *M. comosum*, *T. apulum* και *S. verbenaca* ήταν τα πιο άφθονα κατά την εαρινή δειγματοληψία.

Οι περιβαλλοντικές απαιτήσεις των διαφόρων ποωδών φυτών είναι συγκεκριμένες. Για παράδειγμα, το *C. graecum* έχει ευρεία κατανομή σε διάφορα σημεία της Ελλάδας και εμφανίζεται σε ενδιαιτήματα με στρωμνή και πετρώδεις επιφάνειες. Ακόμη προτιμάει την ημισκιά (δεν αναπτύσσεται ούτε σε πλήρες φως, αλλά ούτε σε βαθιά σκιά), τα ζεστά ενδιαιτήματα (μέση ετήσια θερμοκρασία 17°C) και τα εδάφη μέτριας γονιμότητας, με ελαφρώς όξινο pH και χαμηλά επίπεδα υγρασίας. Το *Leontodon tuberosus* είναι φυτό το οποίο απαιτεί ημίφως δηλαδή αναπτύσσεται σε καλά φωτισμένους χώρους, αλλά και σε μέτρια σκιά, διάφορα επίπεδα υγρασίας και ουδέτερα ή ελαφρώς αλκαλικά εδάφη μέτριας γονιμότητας (Ellenberg 1974-1992, Böhlting et al. 2002).

Το *M. comosum* εμφανίζεται σε αγρούς, συχνά σε μεγάλους πληθυσμούς, αναπτύσσεται σε φως, προτιμάει ελαφρώς όξινα εδάφη και είναι δείκτης υγρασίας και μέτριας γονιμότητας των χωραφιών. Το *T. apulum* βρίσκεται σε καλλιεργούμενα χωράφια, εγκαταλειμμένες εκτάσεις και προτιμάει αργιλώδη και πηλώδη εδάφη. Επίσης, αναπτύσσεται σε ημιφως (σε καλά φωτισμένους χώρους, αλλά και σε μέτρια σκιά), σε ζεστά ενδιαιτήματα (μέση ετήσια θερμοκρασία 18,5°C) με ελαφρώς όξινο pH (6,5-6,8) και υγρασία εδάφους. Το *S. verbenaca* εμφανίζεται σε χωράφια με πλήρες φως, με μέση ετήσια θερμοκρασία 17°C και σε μέτρια επίπεδα υγρασίας. Ακόμη βρίσκεται σε ελαφρώς ασβεστούχα-αλκαλικά χωράφια και είναι δείκτης ασβεστίου στα χωράφια (Ellenberg 1974-1992, Böhlting et al. 2002). Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία οι οικογένειες *Primulaceae*, *Asteraceae*, *Liliaceae*, *Apiaceae* και *Lamiaceae* στις οποίες ανήκουν τα προαναφερθέντα φυτικά είδη έχουν αναφερθεί ως κυρίαρχες σε διάφορα καλλιεργητικά

συστήματα, ποικίλα οικοσυστήματα, εδάφη, κλίματα και γεωγραφικές ζώνες (Hwang et al. 2004, El-Zanaty et al. 2010, Shiyam et al. 2011, Solomou and Sfougaris 2011).

Σχετικά με το σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων, κατά τη χειμερινή δειγματοληψία, τα φυτικά είδη *Malva sylvestris*, *Agrostema githago*, *Anthemis chia*, *Arisarum vulgare* και *Stellaria media* καταγράφηκαν ως χαρακτηριστικά φυτικά είδη δείκτες στους βιολογικούς ελαιώνες. Συγκεκριμένα, το *M. sylvestris* είναι το πιο διαδεδομένο είδος μολόχας των αγροοικοσυστημάτων. Απαντάται πολλές φορές σε υψηλή πυκνότητα μέσα σε ελαιώνες, άλλους δενδρώνες ή αμπελώνες. Προτιμάει θερμά και υγρά εδάφη, καθώς επίσης και εδάφη πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία και οργανική ουσία. Ακόμη, απαιτεί υψηλή ένταση φωτός, ασθενείς βασικές συνθήκες (7,1-7,6) και υψηλή γονιμότητα εδάφους. Το *A. githago* αναπτύσσεται σε καλά φωτιζόμενα εδάφη καλλιεργειών όπου ο σίδηρος, ο χαλκός, ο ψευδάργυρος και το σελήνιο βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα. Πολλά εδάφη απαιτούν χορήγηση ασβεστίου που υποδηλώνει και η παρουσία του συγκεκριμένου φυτικού είδους. Προτιμάει όξινα προς ελαφρώς αλκαλικά εδάφη με μέτρια επίπεδα υγρασίας και υψηλή γονιμότητα εδάφους (Ellenberg 1974-1992, Böhling et al. 2002, Βασιλάκογλου 2004, Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).

Το *A. chia* εντοπίζεται σε αγρούς και ελαιώνες πλούσιους σε θρεπτικά στοιχεία και μέσης περιεκτικότητας σε χούμο εδάφη. Αναπτύσσεται σε καλά φωτιζόμενες αλλά και σε μέτρια σκιαζόμενες υγρές περιοχές με ουδέτερο έως ελαφρώς αλκαλικό έδαφος. Το *A. vulgare* κάνει αισθητή την παρουσία του σε σκιερά-δροσερά μέρη, υγρά με επαρκή θρεπτικά στοιχεία και ελαφρώς όξινα εδάφη. Το *S. media* είναι ποώδες φυτό των δενδρωδών καλλιεργειών και των αμπελώνων και κυριαρχεί σε καλώς αεριζόμενα, γόνιμα, πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία υγρά εδάφη, με αντίδραση ελαφρώς όξινη έως αλκαλική. Το *S. media* βλαστάνει εκεί όπου υπάρχει αξιόλογη ποσότητα οργανικής ουσίας, κυρίως στο επιφανειακό έδαφος ή σπανιότερα, σε βαθύτερα στρώματα. Η παρουσία του υποδηλώνει ότι έχει συσσωρευτεί υπερβολική οργανική ουσία, από ποώδη φυτά που δεν έχουν αποσυντεθεί, ή ότι έχει συσσωρευτεί σημαντική ποσότητα τύρφης (Ellenberg 1974-1992, Böhling et al. 2002, Βασιλάκογλου 2004, Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).

Όσο αφορά στα φυτικά είδη *Sonchus arvensis* και *Urtica dioica*, αυτά βρέθηκαν να είναι χαρακτηριστικά φυτικά είδη-δείκτες των συμβατικών ελαιώνων. Συγκεκριμένα, το *S. arvensis* είναι φυτό το οποίο εμφανίζεται σε ακαλλιέργητες εκτάσεις και δενδρώνες. Προτιμά τα πηλώδη και αμμώδη εδάφη με επάρκεια σε άζωτο. Αναπτύσσεται σε καλά

φωτιζόμενες αλλά και σε μέτρια σκιαζόμενες περιοχές και είναι φυτό των θερμών περιοχών (μέση ετήσια θερμοκρασία 14 °C) και των εδαφών με ελαφρώς όξινη προς αλκαλικές συνθήκες. Το *U. dioica* απαντάται σε κήπους, καλλιέργειες λαχανικών, αμπελώνες και οπωρώνες και αποτελεί φυτό δείκτη των πλούσιων σε άζωτο και καλώς στραγγιζόμενων εδαφών. Προτιμά τα πηλώδη, τα αργιλοπηλώδη και τα αμμώδη εδάφη με pH όξινο έως αλκαλικό. Η παρουσία του *U. dioica* κάνει τα γειτονικά φυτά πιο ανθεκτικά σε προσβολές εντόμων. Επίσης, βοηθάει τα φυτά να αντιστέκονται σε προσβολές από σαλιγκάρια και γυμνοσάλιαγκες, κατά τη διάρκεια υγρού καιρού (Ellenberg 1974-1992, Böhling et al. 2002, Βασιλάκογλου 2004, Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).

Τα ποώδη φυτά *Narcissus tazetta* και *Anemone ranonina* χαρακτηρίστηκαν ως είδη-δείκτες στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες. Παράλληλα, τα φυτικά είδη *Asphodelus ramosus* και *Lilium candidum* χαρακτηρίστηκαν ως είδη-δείκτες στα μακί. Το *N. tazetta* είναι δείκτης των υγρών τοποθεσιών, αναπτύσσεται σε πετρώδεις περιοχές, ελαιώνες και αραιούς θαμνότοπους. Απαιτεί ημισκιά, μέση ετήσια θερμοκρασία 17°C και ελαφρώς όξινη προς ασθενείς αλκαλικές συνθήκες με μέτριες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Το *A. ranonina* συναντάται σε φυσικά οικοσυστήματα, ελαιώνες και πετρώδεις τοποθεσίες. Αναπτύσσεται σε καλά φωτιζόμενες αλλά και σε μέτρια υγρές σκιαζόμενες περιοχές με μέση ετήσια θερμοκρασία 18,5°C και ασθενείς αλκαλικές συνθήκες εδάφους (Ellenberg 1974-1992, Böhling et al. 2002, Βασιλάκογλου 2004, Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).

Το *A. ramosus* είναι βολβώδες φυτό, το οποίο έχει εξελιχθεί ώστε να περνά τη δυσμενή ξηρή περίοδο στην αδρανή μορφή του βολβού, εμφανίζεται σε χέρσες, πετρώδεις τοποθεσίες και φυσικά οικοσυστήματα. Ακόμη, προτιμά ελαφρώς όξινη προς ασθενείς αλκαλικές συνθήκες και εδάφη με μέτρια επίπεδα υγρασίας και επαρκή θρεπτικά στοιχεία. Το *L. candidum* είναι φυτό βολβώδες με πολύ χαρακτηριστικά άνθη και ευρεία κατανομή. Απαιτεί ημισκιά, περιοχές με μέτριες ποσότητες σε θρεπτικά στοιχεία και υγρασία, με μέση ετήσια θερμοκρασία (18,5 °C) και ελαφρώς αλκαλικά εδάφη (Ellenberg 1974-1992, Böhling et al. 2002, Βασιλάκογλου 2004, Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).

➤ Εαρινή περίοδος

Κατά την εαρινή περίοδο τα φυτικά είδη *Setaria verticillata*, *Medicago lupulina*, *Trifolium arvense*, *Hordeum bulbosum*, *Malva sylvestris*, *Papaver rhoeas*, *Trifolium*

campestre, *Anagallis arvensis*, *Sinapis arvensis* και *Matricaria chamomilla* καταγράφηκαν ως χαρακτηριστικά είδη-δείκτες στους βιολογικούς ελαιώνες. Το *S. verticillata* είναι είδος που απαντάται σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας, σε αμπέλια και σε δενδρώδεις καλλιέργειες. Προτιμάει τα θερμά, υγρά και πλούσια σε οργανική ουσία, θρεπτικά στοιχεία (π.χ. κάλιο και μαγνήσιο) και σχετικά ουδέτερο pH, πηλώδη ή αμμοπηλώδη εδάφη. Αναπτύσσεται σε καλά φωτιζόμενες αλλά και σε μέτρια σκιαζόμενες περιοχές. Το *M. lupulina* αναπτύσσεται σε καλλιέργειες, σε καλά φωτιζόμενες αλλά και σε μέτρια σκιαζόμενες υγρές περιοχές με ελαφρώς όξινες προς ασθενείς αλκαλικές συνθήκες και μέτριες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Επίσης προτιμάει πηλώδη ή αμμοαργιλοπηλώδη εδάφη. Το *T. arvense* αναπτύσσεται αμπελώνες και οπωρώνες. Χρειάζεται φως και υγρές τοποθεσίες με ελαφρά όξινες συνθήκες και μέτριες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων και οργανικής ουσίας στο έδαφος (Ellenberg 1974-1992, Böhling et al. 2002, Βασιλάκογλου 2004, Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Το *T. campestre* παρατηρείται σε ελαιώνες, χαντάκια και πετρώδεις τοποθεσίες. Αναπτύσσεται σε καλά φωτιζόμενες αλλά και ημισκιαζόμενες περιοχές με ελαφρώς όξινα, υγρά και θρεπτικά στοιχεία εδάφη. Το *H. bulbosum* προτιμάει τα αμμώδη και πηλώδη, πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία και μέτρια σε υγρασία ελαφρώς όξινα προς ασθενή αλκαλικά εδάφη. Αναπτύσσεται σε καλά φωτιζόμενες αλλά και μέτρια σκιαζόμενες υγρές περιοχές (Ellenberg 1974-1992, Böhling et al. 2002, Βασιλάκογλου 2004, Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).

Το *Malva sylvestris* περιγράφεται στα χειμερινά φυτικά είδη-δείκτες. Το *P. rhoeas* προτιμά τα πηλώδη και αργιλώδη, υγρά και πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία εδάφη. Αποτελεί φυτό δείκτη των μη όξινων εδαφών. Το *A. arvensis* απαντάται σε δενδρώδεις καλλιέργειες και χαρακτηρίζεται από ευρεία προσαρμοστική ικανότητα και μέτριες απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία και γονιμότητα εδαφών. Το *S. arvensis* προτιμάει τα καλώς αεριζόμενα, πλούσια σε φως, θρεπτικά στοιχεία και οργανική ουσία εδάφη. Αποτελεί φυτό δείκτη των μη όξινων εδαφών. Το *M. chamomilla* απαντάται τόσο σε καλλιεργούμενους αγρούς όσο και σε ακαλλιέργητες εκτάσεις. Προτιμάει τα αργιλώδη, πηλώδη, αμμοπηλώδη, πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία αλλά φτωχά σε ασβέστιο και μέτρια σε υγρασία, όξινα έως αλκαλικά εδάφη (Ellenberg 1974-1992, Böhling et al. 2002, Βασιλάκογλου 2004, Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).

Στους συμβατικούς ελαιώνες το φυτικό είδος *Sonchus arvensis* αναδείχθηκε ως είδος-δείκτης. Το *S. arvensis* περιγράφεται στα χειμερινά φυτικά είδη-δείκτες.

Τα φυτικά είδη *Campanula spathulata* και *Silene cretica* χαρακτηρίστηκαν ως είδη-δείκτες στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες. Το *C. spathulata* παρατηρείται σε λιβάδια, άλλα φυσικά οικοσυστήματα και ξέφωτα. Αναπτύσσεται σε ηλιόλουστες και ημισκιασμένες θέσεις, σε υγρά αλλά καλά στραγγιζόμενα, ουδέτερα, φτωχά σε ασβέστιο εδάφη. Το *S. cretica* εμφανίζεται σε ελαιώνες, ακαλλιέργητα χωράφια και πετρώδεις περιοχές. Αναπτύσσεται σε καλά φωτιζόμενες αλλά και σε μέτρια σκιαζόμενες, θερμές - υγρές περιοχές με ελαφρώς όξινα προς ασθενή αλκαλικά και μέτρια διαθεσιμότητα θρεπτικά στοιχεία εδάφη. Το *A. vulgare* καταγράφηκε ως φυτικό είδος-δείκτης στα μακί και περιγράφεται στα χειμερινά φυτικά είδη-δείκτες (Ellenberg 1974-1992, Böhling et al. 2002) (Ellenberg 1974-1992, Böhling et al. 2002, Βασιλάκογλου 2004, Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009).

5.4.2 Ξυλώδη φυτά

Στην περιοχή έρευνας εντοπίστηκαν 12 ευρυτοπικά είδη δείκτες (*Quercus coccifera*, *Erica manipuliflora*, *Juniperus phoenicea*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Smilax aspera*, *Crataegus monogyna*, *Rubus fruticosus*, *Pyrus amygdaliformis*, *Cercis siliquastrum*, *Paliurus spina-christi* και *Inula helenium*) στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί. Τον μεγαλύτερο αριθμό ατόμων παρουσίασε το είδος *Olea europaea* var. *sylvestris*. Το *O. europaea* var. *sylvestris* αναπτύσσεται σχεδόν σε όλα τα εδάφη, σε θερμές (μέση ετήσια θερμοκρασία 18,5 °C), καλά φωτιζόμενες αλλά και σε μέτρια σκιαζόμενες, με επαρκή θρεπτικά στοιχεία περιοχές (6,5-6,8) (Ellenberg 1974-1992, Böhling et al. 2002).

Στα διάφορα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί αναδείχθηκαν τα παρακάτω είδη-δείκτες: *Vitex agnus-castus* στους βιολογικούς ελαιώνες, *Pyrus communis* στους συμβατικούς ελαιώνες, *Calycotome villosa*, *Spartium junceum*, *Cistus incanus*, *Fumana thymifolia*, *Pistacia terebinthus*, *Arbutus unedo*, *Rhamnus alaternus*, *Arbutus andrachne*, *Salvia officinalis*, *Phlomis fruticosa* και *Satureja thymbra* στα μακί. Αναλυτικότερα, το *V. agnus-castus* είναι είδος πολύ ανθεκτικό στις υψηλές θερμοκρασίες, όπως και στις πολύ χαμηλές (είναι ανθεκτικό ακόμη και στους -10° C). Προτιμά υγρό αλλά καλοστραγγισμένο πηλώδες έδαφος, σε ζεστό ευήλιο μέρος. Το *P. communis* αναπτύσσεται σε ηλιόλουστες θέσεις, με μέτρια θρεπτικά στοιχεία και υγρά, στραγγιζόμενα εδάφη. Ζει πολλά χρόνια και έχει αργή ανάπτυξη. Τα *C. villosa*, *S.*

junceum, *C. incanus* και *F. thymifolia* απαιτούν για την ανάπτυξή τους καλά φωτιζόμενες ή και μέτρια σκιαζόμενες, θερμές-μέτρια υγρές περιοχές με ελαφρώς όξινες προς ασθενείς αλκαλικές συνθήκες εδάφους. Τα φυτικά είδη *P. terebinthus*, *A. unedo*, *R. alaternus*, *A. andrachne*, *S. officinalis*, *P. fruticosa* και *S. thymbra* είναι αντιπροσωπευτικά είδη των μεσογειακών οικοσυστημάτων. Αναπτύσσονται σε καλά φωτιζόμενες ή μέτρια σκιαζόμενες, υγρές περιοχές με θρεπτικά στοιχεία εδάφη (Ellenberg 1974-1992, Böhlting et al. 2002).

5.4.3 Γαιοσκώληκες

Από τα εννέα είδη γαιοσκωλήκων που καταγράφηκαν συνολικά, πέντε (*Octodrilus complanatus*, *O. croaticus*, *Microscolex dubius*, *Dendrobaena byblica* και *Aporrectodea caliginosa*) θεωρήθηκαν ως ευρυτοπικά αφού εντοπίζονται σε όλα τα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί. Από τα ευρυτοπικά είδη τα πιο άφθονα ήταν τα *O. complanatus* και *M. dubius*. Οι γαιοσκώληκες αποτελούν το κύριο μέρος της ζωικής βιομάζας του εδαφικού οικοσυστήματος και λειτουργούν ως «είδη-κλειδιά» της αποσύνθεσης και των διεργασιών του θρεπτικού κύκλου (Monroy et al. 2007). Ο γαιοσκώληκας *O. complanatus*, ανήκει στο ονομαζόμενα "ανερχόμενα είδη" που ζουν μέσα στο έδαφος και εξέρχονται στην επιφάνεια μόνο για να τραφούν με φυτικά υπολείμματα κατά τη νύχτα. Ο γαιοσκώληκας αυτός έχει μεγάλη ευχέρεια στην διείσδυση στο έδαφος και ανοίγει κάθετες βαθιές στοές (Blakemore 2008, Csuzdi and Pavlíček 2005).

Σύμφωνα με τον Δελλαπόρτα (2004) και τη βάση δεδομένων από μη δημοσιευμένα στοιχεία της Ε. Βαβουλίδου, αναφέρεται ότι το είδος αυτό των γαιοσκωλήκων, βρίσκεται κυρίως σε εδάφη με αρκετή υγρασία και κυρίως σε βαθιά εδάφη, με pH: ουδέτερο – αλκαλικό, σε μαργώδη μητρικά υλικά (πλούσια σε CaCO₃), σε πολυετείς καλλιέργειες (ελαιώνες, αμπελώνες), σε πολλές περιοχές της Ελλάδας (από Μακεδονία έως Κρήτη). Το είδος *M. dubius* ανήκει στα "ενδογενή είδη" (endogeic species) δηλαδή κινείται και ζει στα ανώτερα στρώματα του εδάφους και τρέφεται κυρίως με το χώμα και την οργανική ουσία-αποικοδομεί-διασπά-κομματιάζει κάθε νεκρό οργανικό υλικό. Δεν έχει μόνιμες στοές. Για να προχωρήσει μέσα στο έδαφος τρώει χώμα και δημιουργεί προσωρινά κανάλια. Το χώμα που τρώει, αφού περάσει μέσα από τα έντερα του απορρίπτεται προς τα πίσω και έτσι τα κανάλια γεμίζουν από τα «περιττώματά» του, που είναι το γόνιμο πια

και ζωντανό έδαφος. Προτιμάει αργιλώδη, πηλώδη και αμμώδη με υγρασία εδάφη (Bugg 1994, Blakemore 2008).

Τα είδη γαιοσκωλήκων όπως τα *Microscolex phosphoreus*, *Aporrectodea trapezoides*, *Dendrobaena cognettii* και *D. veneta* αναδείχθηκαν «είδη-δείκτες» των βιολογικών ελαιώνων. Τα είδη *M. phosphoreus* και *A. trapezoides* εντάσσονται στα "ενδογενή είδη" (endogeic species) και έχουν μεγάλη οικολογική ανοχή, κατοικούν και τρέφονται μέσα στο έδαφος ή κάτω από τους κορμούς των δέντρων και καταναλώνουν την οργανική ύλη του εδάφους για την ανάπτυξή τους. Αυτά τα είδη κατοικούν στα ανόργανα ή μικτά στρώματα του εδάφους και συχνά ενισχύουν την ανάμειξη των οργανικών και ανόργανων στρωμάτων του εδάφους (Blakemore 2008). Τα είδη *D. cognettii* και *D. veneta* ανήκουν στα "επίγεια είδη" (epigeic species) τα οποία ζουν στη στρωμή και καταναλώνουν πλούσια φρέσκια οργανική ουσία, προκαλώντας περιορισμένη ανάμειξη των ανόργανων και οργανικών στρωμάτων του εδάφους. Επίσης μπορούν να βρεθούν σε οπωρώνες και όπου γίνεται εφαρμογή κοπριάς (Csuzdi and Zicsi 2003, Bohlen et al. 2004, Talavera 2007, de Andrade et al. 2010).

5.4.4 Carabidae

Στην περιοχή έρευνας εντοπίστηκε ένα ευρυτοπικό είδος-δείκτης (*Odontocarus robustus*) στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί. Το *O. robustus* είναι φυτοφάγο είδος και τρέφεται κυρίως με σπόρους φυτών (Carabidae of the World 2007-2012). Πολλά από τα είδη της οικογένειας των Carabidae κατανέμονται σε πολλά περιβάλλοντα με πολυάριθμα είδη λόγω του ότι μερικά είναι σαρκοφάγα ενώ άλλα είναι φυτοφάγα, με αποτέλεσμα τα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί να προσφέρουν πλούσια τροφή, καταφύγιο μέσα στο έδαφος, σε στοές, κάτω από φλοιούς και γενικά σε προστατευμένες θέσεις (Hill 1975).

Ως είδη-δείκτες αναδείχθηκαν τα *Myas chalybaeus*, *Carabus violaceus*, *Zabrus femoratus* και *Pachycarus cyaneus* στους βιολογικούς ελαιώνες και τα *C. coriaceus* και *C. presli* στα μακί. Το είδος *M. chalybaeus* προτιμάει τα βουνά, ορεινά υψόμετρα, χωράφια με υγρασία και υψηλή φυτοκάλυψη. Το *C. violaceus* εμφανίζεται σε διάφορα ενδιαιτήματα, υψόμετρα και οπουδήποτε υπάρχει φυτοκάλυψη. Είναι σαρκοφάγο είδος, τρέφεται με σαλιγκάρια, έντομα, αράχνες, νεκρά ζώα και μανιτάρια, ακόμη και μικρά

αμφίβια όπως η κοινή σαλαμάνδρα (*Salamandra salamandra*). Το *Zabrus femoratus* είναι σαρκοφάγο και φυτοφάγο είδος και εμφανίζεται σε ποικίλα ενδιαιτήματα με πλούσια φυτική και ζωική ποικιλότητα. Το είδος *P. cyaneus* συναντάται σε σχετικά ξηρά ενδιαιτήματα και πλούσια σε οργανική ουσία εδάφη. Προτιμάει να τρέφεται με σπόρους και ρίζες διαφόρων φυτών. Επίσης συναντάται σε τυπικά μεσογειακά οικοσυστήματα που κυριαρχούν τα είδη *Spartium junceum*, *Sarcopoterium spinosum*, *Asparangus acutifolius*, *Teucrium capitatum*, *Phlomis fruticosa*, *Calycotome villosa*, *Cistus creticus*, *Euphorbia sp.*, *Astragalus sp.* και *Saturejia sp.* (du Chatenet 1990, Gibbons 1995, Talarico et al. 2007, Sienkiewicz 2008).

Το είδος *C. coriaceus* βρίσκεται σε διάφορα υψόμετρα, σε διάφορους πεδινούς και λοφώδεις βιοτόπους, συμπεριλαμβανομένων των αγροτικών ενδιαιτημάτων. Είναι σαρκοφάγο, τρέφεται με έντομα, σαλιγκάρια, γαιοσκώληκες και νεκρά ζώα. Προτιμά να κρύβεται την ημέρα κάτω από πέτρες, φύλλα, πεσμένους κορμούς σε αποσύνθεση (και βρύα, όπου υπάρχει υγρασία) και δραστηριοποιείται τη νύχτα. Το *C. preslii* βρίσκεται σε διάφορα υψόμετρα, σε σκιερά μέρη και η τροφή του αποτελείται από έντομα, σαλιγκάρια και γαιοσκώληκες. Το είδος συναντάται και σε μεσογειακά οικοσυστήματα όπου κυριαρχούν τα είδη *Juniperus communis*, *Calycotome villosa*, *Abies cephalonica*, *Daphne oleoides*, *Astragalus sp.*, *Ranunculus sp.*, *Echinops sp.*, *Euphorbia sp.*, *Pinus nigra*, *Spartium junceum*, *Sarcopoterium spinosum*, *Asparangus acutifolius*, *Teucrium capitatum*, *Phlomis fruticosa*, *Calycotome villosa* και *Cistus creticus* (du Chatenet 1990, Gibbons 1995, Talarico et al. 2007, Sienkiewicz 2008).

5.4.5 Tenebrionidae

Τα είδη *Zophosis punctata*, *Tentyria rotundata*, *Pimelia subglobosa*, *Blaps mucronata*, *Dendarus anaphianus*, *B. abbreviata* και *Graecopachys quandricollis* καταγράφηκαν ως ευρυτοπικά είδη δείκτες στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί. Ως είδη-δείκτες αναδείχθηκαν τα *Pachiscelis villosa*, *Stenosis orientalis*, *Helops rossii* και *Opatrum sabulosum* στους βιολογικούς ελαιώνες και τα *P. sericella* και *Dialognatha quandricollis* στα μακί. Τα συγκεκριμένα είδη ανήκουν σε μια μεγάλη οικογένεια φυτοφάγων-σαπροφάγων κολεοπτέρων, με εντυπωσιακή ποικιλία μορφών και συνηθειών. Πολλά είναι εδαφόβια, όπως τα Carabidae, αλλά επίσης απαντώνται κάτω

από χαλαρούς φλοιούς και πεσμένα φύλλα, σε άχυρο και σανό, σε κελάρια και στάβλους. Τρέφονται με ποικιλία ζωντανών αλλά και νεκρών φυτικών υλικών και μύκητες (Harde 1984). Σύμφωνα με τα παραπάνω οι βιολογικοί ελαιώνες και τα μακί είναι πολύ πιθανό να πληρούν τις προϋποθέσεις για την επιλογή τους από τα συγκεκριμένα είδη ως ενδιαιτήματα τροφοληψίας και καταφύγια με αποτέλεσμα την ανάδειξή τους ως είδη-δείκτες.

5.4.6 Ισόποδα

Το είδος *Armadillidium vulgare* καταγράφηκε ως ευρυτοπικό είδος στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί, ενώ το είδος *Porcellio laevis* χαρακτηρίστηκε ως «είδος-δείκτης» στους βιολογικούς ελαιώνες. Το είδος *Armadillidium vulgare* είναι κοσμοπολίτικο είδος που συναντάται σε όλα σχεδόν τα οικοσυστήματα και είναι ευρύοικο και ανθρωπόφιλο. Είναι παμφάγο, τρέφεται με μύκητες, ζωντανά ή νεκρά φυτά και ζώα δηλαδή αποτελεί μέρος της κοινότητας των ειδών που διασπά τα τη νεκρή οργανική ύλη. Ο ρυθμός αύξησής τους επηρεάζεται από την επίδραση διαφόρων παραμέτρων, όπως η υγρασία, η τροφική διαθεσιμότητα και η ένταση της κλιματικής εποχικότητας (Σφενδουράκης 1994). Σύμφωνα με την έρευνα του Achouri et al. (2008), το *Armadillidium vulgare* εμφανίζεται σε ενδιαιτήματα οπού επικρατεί ποώδης βλάστηση (π.χ. *Trifolium stellatum*, *Centaurea calcitrapa*, είδη της οικογένειας των Poaceae, Fabaceae και Papilionaceae, *Pistacia lentiscus*, *Ditrichia vescosa*, *Avina* sp. και *Asparagus albus*).

Όσο αφορά στο *Porcellio laevis*, ζει σε εδάφη με καλλιέργειες, όπου υπάρχει πολλή υγρασία και νεκρή οργανική ύλη. Συνήθως εντοπίζεται κάτω από πέτρες, αλλά πολλές φορές τόσο μέσα στη φυλλοστρωμή όταν αυτή είναι πλούσια και υγρή, όσο και στο χούμο του εδάφους (Σφενδουράκης 1994). Έτσι, η εφαρμογή κοπριάς και η κοπή των ποωδών φυτών στους βιολογικούς ελαιώνες πιθανόν να ευνόησε την παρουσία του συγκεκριμένου είδους.

5.4.7 Διαχειμάζοντα και αναπαραγόμενα είδη πουλιών

➤ Διαχειμάζοντα είδη

Τα διαχειμάζοντα είδη πουλιών, *Erithacus rubecula*, *Fringilla coelebs*, *Parus major*, *Turdus merula*, *Sylvia melanocephala*, *Turdus philomelos*, *P. caeruleus*, *P. lugubris*, *Phylloscopus collybita*, *Sylvia hortensis* και *Troglodytes troglodytes* καταγράφηκαν ως ευρυτοπικά είδη στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί. Το είδος *Erithacus rubecula* το χειμώνα είναι κοινό παντού, ιδιαίτερα άφθονο στους ελαιώνες, τα μακί, τόσο σε πυκνή βλάστηση όσο και ανοιχτούς χώρους. Τρέφεται με έντομα, σαλιγκάρια, σκουλήκια, μαλακά φρούτα και σπόρους (Lack 1986, Mullarney et al. 2009). Το είδος *Fringilla coelebs* είναι ευρύτατα διαδεδομένο και ξεχειμωνιάζει σε όλα τα είδη των σχετικά ανοιχτών ενδιαιτημάτων και ειδικότερα σε καλλιεργημένα και χέρσα χωράφια. Η διατροφή του περιλαμβάνει σπόρους ποωδών φυτών από το έδαφος (Lack 1986, Mullarney et al. 2009). Το *Parus major* κάνει την παρουσία του σε ευρύ φάσμα ενδιαιτημάτων, όπως ελαιώνες, οπωρώνες, φυσικά οικοσυστήματα και οπουδήποτε υπάρχουν δέντρα. Τρέφεται με σπόρους και μαλακούς καρπούς (Lack 1986, Gosler and Clement 2007, Mullarney et al. 2009). Το *Turdus merula* είναι κοινό σε δάση, πυκνούς θαμνώνες και λιγότερο κοινό σε ελαιώνες. Η τροφή του αποτελείται από γαιοσκώληκες, έντομα και καρπούς (Gooder 1982, Walters 1994, Mullarney et al. 2009).

Τα είδη, *Sylvia atricapilla*, *Carduelis carduelis*, *C. chloris* και *Emberiza cirrus* χαρακτηρίστηκαν ως «είδη-δείκτες» για τους βιολογικούς ελαιώνες, ενώ για τους συμβατικούς ελαιώνες το είδος *Regulus ignicapillus*. Το *Sylvia atricapilla* εμφανίζεται κατά κύριο λόγο σε περιοχές που είναι πλούσιες σε καρπούς και άλλα φρούτα, όπως οι ελαιώνες και τα μακί, καθώς και οι οπωρώνες. Οι ελιές αποτελούν σημαντική πηγή τροφής γι' αυτό το είδος. Ακόμη τρέφεται με γύρη, νέκταρ και κάποια έντομα κατά την περίοδο του χειμώνα (Del Hoyo et al. 2006, Bathel and Dougalis 2008). Το *Carduelis carduelis* παρατηρείται σε ελαιώνες, οπωρώνες και μακί. Τρέφεται με σπόρους (π.χ. από αγκάθια, τριβόλια, αγριοραδίκι, ταραξάκο κ.α.) (Lack 1986, Mullarney et al. 2009). Το το χειμώνα *C. chloris* εμφανίζεται σε χωράφια, όπου τρέφεται με σπόρους και καρπούς (RSPB 2004, Mullarney et al. 2009). Το *Emberiza cirrus* είναι στενά συνδεδεμένο με το παραδοσιακό αγροτικό τοπίο και είναι πουλί των γεωργικών εκτάσεων το οποίο προτιμά ηλιόλουστες πλαγιές με καλλιέργειες, αμπελώνες και ελαιόδεντρα, όπου τρέφεται με μικρούς σπόρους (Mullarney et al. 2009). Το *Regulus ignicapillus* κάνει αισθητή την παρουσία του σε θαμνώνες, ελαιώνες και ψηλά μακί. Η τροφή του αποτελείται από

έντομα (ιπτάμενα), αρθρόποδα (π.χ. αφίδες, αράχνες). Επίσης, τρέφεται με κουκούλια, αυγά εντόμων και περιστασιακά με γύρη (Martens 2006, Mullarney et al. 2009).

➤ Αναπαραγόμενα είδη

Τα είδη *Parus major*, *Sylvia melanocephala*, *Fringilla coelebs*, *Emberiza cirrus*, *Hipolais pallida*, *Emberiza melanocephala*, *Streptopelia turtur*, *Carduelis cannabina*, *Muscicapa striata*, *Sylvia cantillans*, *Sylvia hortensis*, *Miliaria calandra*, *Caprimulgus europaeus* και *Luscinia megarhynchos* βρέθηκαν να αποτελούν ευρυτοπικά είδη σε όλα τα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί. Το είδος *Parus major* απαντάται σε ευρύ φάσμα ενδιαιτημάτων, όπως ελαιώνες, οπωρώνες, φυσικά οικοσυστήματα και οπουδήποτε υπάρχουν δέντρα. Κατά την αναπαραγωγή τρέφεται με διάφορα ασπόνδυλα, όπως κατσαρίδες, ακρίδες, γρύλλους, Hemiptera, μυρμήγκια, Diptera, σκαθάρια, σκορπιούς, ισόποδα, μέλισσες, σφήκες, σαλιγκάρια και προνύμφες. Φωλιάζει σε τρύπες δέντρων (Lack 1986, Mullarney et al. 2009).

Το είδος *Sylvia melanocephala* αναπαράγεται σε μακί, φρύγανα, ελαιώνες, αμπελώνες και αραιά δάση με πυκνό υπόροφο. Τρέφεται με έντομα, καρπούς και μαλακά φρούτα. Φωλιάζει χαμηλά σε θάμνους (Mullarney et al. 2009). Το *Fringilla coelebs* αναπαράγεται σχεδόν σε όλους τους τύπους δασών, σε όλα τα υψόμετρα, σε ελαιώνες, μακί και συχνά αναζητάει τροφή στο έδαφος, όπως σπόρους ποωδών φυτών, έντομα και γενικότερα ασπόνδυλα. Χτίζει φωλιές σε διχάλες δέντρων, καμουφλαρισμένες εξωτερικά με λειχήνες και βρύα (Holden and Sharrock 2002, Mullarney et al. 2009).

Τα είδη *Garrulus glandarius*, *Galerida cristata*, *Lanius minor* και *Cuculus canorus* χαρακτηρίστηκαν ως «είδη δείκτες» στους βιολογικούς ελαιώνες, ενώ τα είδη *Oenanthe hispanica* και *Sylvia curruca* αποτελούν "είδη-δείκτες" των συμβατικών και των εγκαταλειμμένων ελαιώνων αντίστοιχα. Το *Garrulus glandarius* αναπαράγεται σε διάφορους τύπους δασωμένων περιοχών με φυλλοβόλα ή κωνοφόρα, σε οπωρώνες και ελαιώνες, τρέφεται και στα δέντρα και στο έδαφος. Παμφάγο το καλοκαίρι, η διαίτά του περιλαμβάνει ασπόνδυλα, προνύμφες, σπόρους και καρπούς, αυγά και νεοσσούς από μικροπούλια και τρωκτικά. Φωλιάζει συνήθως σε δέντρα (Mullarney et al. 1999, 2009).

Το είδος *Galerida cristata* αναπαράγεται σε διάφορες καλλιέργειες. Η διατροφή του περιλαμβάνει σπόρους ποωδών φυτών και έντομα. Φωλιάζει στο έδαφος (Mullarney et al. 2009). Το *Lanius minor* αναπαράγεται σε ανοιχτές περιοχές με καλλιέργειες (όχι σε δασωμένες εκτάσεις). Τρέφεται με έντομα, μικροπούλια και σαύρες. Συχνά εποπτεύει από τηλεφωνικά καλώδια δίπλα σε δρόμους (Mullarney et al. 2009). Το *Cuculus canorus*

απαντά σε ποικιλία ενδιαιτημάτων και σε αγρούς. Τρέφεται με έντομα, προνύμφες, αράχνες και σκουλήκια. Τρώει επίσης περιστασιακά αυγά και τους νεοσσούς. Γεννά τα αυγά του σε φωλιές άλλων πουλιών (Robinson 2005, Mullarney et al. 2009). Το *Oenanthe hispanica* απαντάται σε γεωργικές εκτάσεις, περιοχές με διάσπαρτους θάμνους και αραιά δέντρα. Τρέφεται με έντομα και άλλα ασπόνδυλα, καρπούς και σπόρους. Φωλιάζει κάτω από τους βράχους ή σε τρύπες του εδάφους (Del Hoyo et al. 2006, Mullarney et al. 2009). Το *Sylvia curruca* αναπαράγεται σε πυκνούς θαμνώνες, φυτοφράχτες και δέντρα. Η διατροφή του αποτελείται από έντομα, καρπούς και μαλακά φρούτα. Φτιάχνει τη φωλιά του στους πυκνούς θάμνους (Mullarney et al. 2009).

5.5 Επιδράσεις των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων στην πυκνότητα των βιολογικών ομάδων

5.5.1 Χειμερινή περίοδος

Στους βιολογικούς ελαιώνες παρατηρήθηκε ότι η πυκνότητα των γαιοσκωλήκων ευνοείται με την εφαρμογή ανόργανης λίπανσης K-Mg και κοπριάς. Προφανώς η ανόργανη λίπανση K-Mg και η κοπριά παρέχουν θρεπτικά (π.χ. κάλιο, μαγνήσιο, θείο και άζωτο) και οργανική ουσία που επηρεάζουν θετικά τη σύνθεση και την ανάπτυξη της βλάστησης. Ακόμη, οι γαιοσκώληκες ως αποικοδομητές της νεκρής οργανικής ύλης τρέφονται με οργανικά υπολείμματα-ιστούς φυτικής ή και ζωικής προέλευσης (φύλλα, νεκρές ρίζες, σπόρια, βακτηρίδια, μύκητες, πρωτόζωα, ακάρεα, κολλέμβολα κ.ά.). Επίσης, η αλλαγή της ποσότητας και της ποιότητας της τροφής που διαμορφώνει η βλάστηση αποτελούν σημαντικούς παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τον πληθυσμό και το ρυθμό ανάπτυξης των γαιοσκωλήκων (Bohlen et al. 1995, Whalen et al. 1998, Mainoo et al. 2008, Leroy et al. 2008). Σύμφωνα με τους Hendrix et al. (1992), Edwards and Bohlen (1996) και Salamon et al. (2006), η οργανική ουσία αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την κοινότητα των γαιοσκωλήκων, επειδή προσφέρει τροφή η οποία καθορίζει την κατανομή και την αφθονία τους.

Η πυκνότητα των ποωδών φυτών συσχετίζεται θετικά περισσότερο με το δείκτη ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών και το ολικό N του εδάφους στους βιολογικούς ελαιώνες. Σχετικές έρευνες έχουν δείξει ότι η πυκνότητα σε μια κοινότητα είναι ένας άλλος παράγοντας ο οποίος επηρεάζει την ποικιλότητά της (Whittaker 1965, Hurlbert 1971). Ο δείκτης ποικιλότητας Shannon λαμβάνει υπόψη τον αριθμό των ειδών

που υπάρχουν, καθώς και τη σχετική αφθονία του κάθε είδους (Magurran 1988). Είναι γνωστός ο ρόλος του ολικού αζώτου στην ανάπτυξη των φυτών και καλά τεκμηριωμένη η θετική συσχέτιση μεταξύ του αζώτου του εδάφους και της αφθονίας των ποωδών φυτών (Inouye et al. 1987). Ωστόσο, η υπερβολική παρουσία αζώτου έχει ως αποτέλεσμα την καθυστέρηση της ανθοφορίας, ενώ η απουσία του έχει ως αποτέλεσμα το κιτρίνισμα των φύλλων και την περιορισμένη ανάπτυξη νέων βλαστών (Hanna 2013). Έχει αποδειχθεί θεωρητικά (Tilman 1982) και πειραματικά (Tilman 1984, 1987) ότι τα διαθέσιμα στοιχεία του εδάφους επηρεάζουν τη σύνθεση, την αφθονία και την ποικιλότητα των φυτικών ειδών. Η φύτρωση των σπόρων των ποωδών φυτών επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και το άζωτο του εδάφους και το φως (Booth et al. 2003).

Επιπλέον, η πυκνότητα των ποωδών φυτών βρέθηκε να είναι αντιστρόφως ανάλογη με την αύξηση της έκτασης των χωραφιών στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και στα μακί δεν φαίνεται να ίσχυσε η κλασική σχέση έκτασης-αριθμού ατόμων, πιθανόν λόγω της αυξημένης φυτοκάλυψης των ξυλωδών φυτών η οποία μεταβάλλει το μικροπεριβάλλον και τις συνθήκες γονιμότητας του εδάφους (Weltzin and Coughenour 1990), με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η σύνθεση και η ανάπτυξη των ποωδών φυτών. Επίσης, διαφορετικά ποώδη φυτά αντιδρούν διαφορετικά στη κάλυψη των ξυλωδών φυτών και διαφορετικοί τύποι κάλυψης ξυλωδών φυτών έχουν διαφορετικές επιπτώσεις στα ποώδη φυτά (Burrows 1993, Jetsch et al. 1996, Wasonga et al. 2003). Επιπλέον, ο ανταγωνισμός για φως, υγρασία και θρεπτικά στοιχεία μεταξύ των ξυλωδών και ποωδών φυτικών ειδών θα μπορούσε να είναι άλλη μια πιθανή αιτία της μειωμένης πυκνότητας των ποωδών φυτών στα μακί και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες.

Αναφορικά με την πυκνότητα των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών, αυτή βρέθηκε να συσχετίζεται αρνητικά με την εφαρμογή ανόργανης λίπανσης N και K στους συμβατικούς ελαιώνες. Αυτό το εύρημα θα μπορούσε να αποδοθεί στις τοξικές συγκεντρώσεις αμμωνίας που εμπεριέχονται στα ανόργανα λιπάσματα και συσσωρεύονται με τα χρόνια στο έδαφος, προκαλώντας αρνητικές επιδράσεις στις κοινότητες των ζώων. Επιπλέον, η αυξημένη χρήση ανόργανων λιπασμάτων ίσως επηρεάζει τα πουλιά μέσω διαφόρων έμμεσων μηχανισμών (MacDonald 2006). Πιο συγκεκριμένα, η εφαρμογή ανόργανων λιπασμάτων μπορεί να μειώσει την ποικιλότητα των φυτών και στη συνέχεια τον πλούτο

των ασπόνδυλων ειδών (Atkinson et al. 2004), επηρεάζοντας με τον τρόπο αυτό τα πουλιά και την υπόλοιπη άγρια ζωή μέσω τροφής.

Σύμφωνα με τους Batáry et al. (2008) και Kovács-Hostyánszki (2011) η εφαρμογή ανόργανων λιπασμάτων μειώνει τον πλούτο και την αφθονία των ποωδών φυτών και των ασπονδύλων, καθιστώντας τα χωράφια όπου εφαρμόζεται ακατάλληλα για διατροφή και φωλεοποίηση των πουλιών. Ομοίως, οι Sotherton and Self (2000) διαπίστωσαν ότι η εφαρμογή υψηλών επιπέδων ανόργανων λιπασμάτων έχει αρνητικές επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα.

Ακόμη, η πυκνότητα των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών βρέθηκε να συσχετίζεται θετικά με την οργανική ουσία του εδάφους, την πυκνότητα των γαιοσκωλήκων και την πυκνότητα των ποωδών φυτών στους βιολογικούς ελαιώνες. Οι πρακτικές της βιολογικής γεωργίας στους ελαιώνες, βασίζονται στον αποκλεισμό της εφαρμογής των φυτοφαρμάκων και των συνθετικών λιπασμάτων, ενώ αντίθετα με την εφαρμογή της κοπριάς και του οργανικού λιπάσματος K, τα οποία προσδίδουν οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία στο έδαφος, αυξάνεται η ποικιλότητα και πυκνότητα των ποωδών φυτών και των ασπονδύλων (π.χ. γαιοσκώληκες) τα οποία αποτελούν μέρος της διατροφής των πουλιών (Bengston et al. 2005). Μια άλλη πιθανή αιτία που διαμόρφωσε το παραπάνω αποτέλεσμα θα μπορούσε να είναι η αυξημένη πυκνότητα των ποωδών φυτών που παρέχει περισσότερα και ποιοτικότερα ενδαιτήματα για τροφή και κούρνισμα των πουλιών.

Τέλος, η πυκνότητα των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών βρέθηκε να επηρεάζεται θετικά από την έκθεση των εγκαταλειμμένων ελαιώνων. Η έκθεση των εγκαταλειμμένων ελαιώνων της περιοχής έρευνας είναι N, NA και ND, η οποία λόγω των ήπιων κλιματικών συνθηκών επηρεάζει τον πλούτο των πουλιών, τα οποία αναζητούν θέσεις με ευνοϊκές συνθήκες για να διαχειμάσουν.

5.5.2 Εαρινή περίοδος

Στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί, η πυκνότητα των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών και των Carabidae βρέθηκε να συσχετίζεται θετικά με τον δείκτη ποικιλότητας Shannon των Carabidae και των ξυλωδών φυτών. Επίσης, η εφαρμογή της κοπριάς βρέθηκε να ευνοεί την πυκνότητα των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών και των Carabidae στους βιολογικούς ελαιώνες. Τα Carabidae αποτελούν σημαντικό μέρος της

διατροφής των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών, ενώ τα ξυλώδη φυτά προσφέρουν ποικιλία τροφής με τα διάφορα έντομα που υποστηρίζουν και επιπλέον καταφύγιο και κατάλληλες θέσεις φωλεοποίησης για τα αναπαραγόμενα είδη πουλιών. Η υψηλή ποικιλότητα και διαθεσιμότητα των Carabidae και των ξυλωδών φυτών στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί ίσως οδηγεί στη μείωση του ανταγωνισμού μεταξύ των πουλιών, με αποτέλεσμα την επιτυχημένη αναπαραγωγή (Siriwardena et al. 2007).

Μια επιπλέον πιθανή εξήγηση του παραπάνω αποτελέσματος (θετική συσχέτιση κοπριάς με πυκνότητα των Carabidae και αναπαραγόμενα είδη πουλιών) είναι η «Υπόθεση των περισσότερων ατόμων» (More Individuals Hypothesis - MIH) (Wright 1983, Algar et al. 2007) σύμφωνα με την οποία όσο περισσότερη είναι η διαθέσιμη ενέργεια μέσω της διαθεσιμότητας της τροφής σε ένα σύστημα, τόσο μεγαλύτερο αριθμό ατόμων μπορεί να υποστηρίξει το σύστημα, γεγονός το οποίο παρατηρείται στους βιολογικούς ελαιώνες της περιοχής έρευνας. Επιπρόσθετα, η φυλλοστρωμνή που παράγεται από την ποικιλία των ξυλωδών φυτών αποτελεί έναν από τους παράγοντες που επηρεάζει άμεσα και έμμεσα τα Carabidae. Συγκεκριμένα προσφέρει τροφή και καταφύγιο για τα αρπακτικά είδη όπως τα Carabidae, στα αγροοικοσυστήματα (Koivula et al. 1999).

Οι Whittingham et al. (2006) και Nocera et al. (2007) υποστηρίζουν ότι οι πληθυσμοί των ασπονδύλων προκαλούν αύξηση των πληθυσμών των πουλιών σε χωράφια και λιβάδια, κανόνας ο οποίος πιθανόν ισχύει σε όλους τους τύπους αγροοικοσυστημάτων. Επιπρόσθετα, η Παράσχη (1988) και οι Hunter et al. (2003) αναφέρουν ότι η φυλλοστρωμνή που παράγεται από τα ξυλώδη φυτά των μακί αποτελεί ένα σημαντικό μικροενδιαίτημα με πλούσια θρεπτικά στοιχεία για τα αρθρόποδα του εδάφους.

Όσο αφορά στην πυκνότητα των ισοπόδων, αυτή διαπιστώθηκε ότι ευνοείται από την εφαρμογή κοπριάς στους βιολογικούς ελαιώνες και κατά τρόπο παρόμοιο με την περίπτωση των Carabidae και των αναπαραγόμενων πουλιών, φαίνεται ότι και για τα ισόποδα ίσχυσε η «Υπόθεση των περισσότερων ατόμων» (More Individuals Hypothesis - MIH) (Wright 1983, Algar et al. 2007). Ακόμη, η πυκνότητα των ισοπόδων βρέθηκε να συσχετίζεται θετικά με το δείκτη ποικιλότητας Shannon των ισοπόδων και το υψόμετρο στους εγκαταλειμμένους ελαιώνες και τα μακί.

Διαπιστώθηκε επίσης ότι η πυκνότητα των ισοπόδων μειώνεται με την εφαρμογή των ανόργανων λιπασμάτων K και N στους συμβατικούς ελαιώνες, ίσως λόγω της τοξικής επίδρασης που αυτά ασκούν στα αρθρόποδα και της αλλαγής του pH του εδάφους που

επιφέρουν (Potter et al. 1985). Ίσως επίσης η χρήση των ανόργανων λιπασμάτων προκαλεί αλλαγές στην ενέργεια, στα θρεπτικά συστατικά και την αποθήκευσή τους στα αγροοικοσυστήματα που οδηγούν στη διαταραχή της κανονικής λειτουργίας του οικοσυστήματος του ελαιώνα. Σύμφωνα με τους Bünemann et al. (2006), η λίπανση αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που ρυθμίζουν την πυκνότητα και τη δραστηριότητα των εδαφικών οργανισμών.

Η πυκνότητα των ποωδών φυτών στα μακί μειώνεται με την αύξηση της πυκνότητας των ξυλωδών φυτών και του δείκτη ποικιλότητας Shannon των Tenebrionidae στα μακί. Εκτός από τις επιδράσεις των ξυλωδών φυτών στο έδαφος, αυτά τροποποιούν τις μικροκλιματικές συνθήκες κάτω και γύρω από την κόμη τους. Επομένως, επιδρούν στους θάμνους και την ποώδη βλάστηση, μέσω της σκίασης, της επίδρασης του ριζικού τους συστήματος, της συσσώρευσης ξηρών κλαδιών και φύλλων και του περιορισμού της βροχόπτωσης από την κόμη τους. Συγκεκριμένα, η μείωση της έντασης του ηλιακού φωτός μέσω της σκίασης που προκαλεί το φύλλωμα των ξυλωδών φυτών έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας του εδάφους και των φύλλων, άρα και μείωση των απωλειών νερού μέσω της διαπνοής. Έτσι με αυτό τον τρόπο αυξάνεται η διαθεσιμότητα του εδαφικού νερού, αλλά ο ανταγωνισμός μεταξύ ποωδών και ξυλωδών φυτών για εδαφική υγρασία και η αναχαίτιση της βροχόπτωσης από την κόμη των δένδρων επιδρά αρνητικά (Νιζάμη 2005) στη σύνθεση και ποικιλότητα των ποωδών φυτών.

Σημαντική είναι η διαπίστωση ότι στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί τα ξυλώδη φυτά παρέχουν τροφή και καταφύγιο για τα πουλιά, τα κολεόπτερα και τα ισόποδα. Τα συγκεκριμένα ασπόνδυλα είναι θεμελιώδους σημασίας, καθώς αποτελούν σημαντική πηγή τροφής για τις κοινότητες των πουλιών (Wilson et al. 1999), επειδή τους παρέχουν πρωτεΐνη που είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη των νεοσσών και την απαραίτητη ενέργεια για να αντισταθούν στο ψύχος (Holland et al. 2012). Σύμφωνα με τη σχετική βιβλιογραφία (Holland et al. 2006, Kragten et al. 2011) η μεγάλη ποικιλία ασπονδύλων αποτελεί σημαντική πηγή τροφής για τα πουλιά στις βιολογικές αροτραίες καλλιέργειες.

5.6 Ο ρόλος των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων στις αποδόσεις των συμβατικών και βιολογικών ελαιώνων

Οι αποδόσεις των βιολογικών ελαιώνων βρέθηκαν να επηρεάζονται θετικά από την εφαρμογή κοπριάς και την πυκνότητα των γαιοσκωλήκων. Αυτό πιθανόν οφείλεται στο ότι η εφαρμογή κοπριάς στους βιολογικούς ελαιώνες συμβάλλει στη λίπανση του εδάφους, προσθέτοντας οργανική ύλη και θρεπτικά στοιχεία (άζωτο, φώσφορο και κάλιο), και στη βελτίωση των φυσικών και χημικών χαρακτηριστικών του εδάφους, ενισχύοντας με αυτό τον τρόπο την ανάπτυξη των ελαιώνων. Η οργανική ουσία είναι απαραίτητη τόσο για τη θρέψη των ελαιόδεντρων όσο και για ένα αποτελεσματικό σύστημα παραγωγής (Steve 2009).

Από το σύνολο των θρεπτικών στοιχείων, το άζωτο και το κάλιο αποτελούν υψηλής σπουδαιότητας στοιχεία που συμβάλλουν άμεσα στην ανάπτυξη και την καρποφορία των ελαιώνων. Παράλληλα, η εφαρμογή οργανικής λίπανσης βοηθάει στην αύξηση του αριθμού των ταξιανθιών ανά βλαστό και των ανθέων ανά ταξιανθία, στη διατήρηση επαρκών ποσοτήτων ανόργανων ουσιών στα φύλλα κατά τη διάρκεια του κύκλου ανάπτυξης των ελαιώνων, στην καρπόδεση και στην αποφυγή της καρπόπτωσης του ελαιοκάρπου (Maksoud 2000, Hegazi et al. 2007, Fayed 2010).

Όσο αφορά στην ευνοϊκή επίδραση που ασκεί η αυξημένη πυκνότητα των γαιοσκωλήκων στις αποδόσεις των βιολογικών ελαιώνων, αυτό πιθανόν οφείλεται στο ότι οι γαιοσκώληκες αποσυνθέτουν την οργανική ύλη και ανακυκλώνουν τα θρεπτικά συστατικά εμπλουτίζοντας το επιφανειακό έδαφος μέσω των κοπράνων τους. Έτσι τα κόπρανα των γαιοσκωλήκων είναι πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία (άνθρακα, άζωτο και φώσφορο) (Τζώρτζη 2010), που όπως προαναφέρθηκε αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που καθορίζουν την ανάπτυξη και την καρποφορία των ελαιόδεντρων. Σύμφωνα με τη σχετική βιβλιογραφία οι γαιοσκώληκες αποτελούν την πιο σημαντική συνιστώσα της πανίδας του εδάφους, οι οποίοι ωφελούν το σχηματισμό, τη διατήρηση της δομής και της γονιμότητας του εδάφους (Bhadauria and Saxena 2010).

Οι αποδόσεις των συμβατικών ελαιώνων παρατηρήθηκε ότι ευνοούνται, τόσο από την οργανική ουσία του εδάφους όσο και από την εφαρμογή της ανόργανης λίπανσης N. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η οργανική ουσία είναι απαραίτητη για ένα αποτελεσματικό σύστημα παραγωγής των ελαιώνων. Η οργανική ουσία στο έδαφος διαδραματίζει έναν κεντρικό ρόλο στη ρύθμιση της διαθεσιμότητας του N, P και K και

μπορεί επίσης να λειτουργήσει ως μια χηλική ένωση, καθιστώντας ορισμένα μικροθρεπτικά περισσότερο διαθέσιμα για τις ρίζες των ελαιόδενδρων με τη μορφή συμπλόκων (Briccoli Bati et al. 2012). Τέλος, έχει αποδειχθεί ότι η ανόργανη λίπανση αζώτου αυξάνει συνεχώς τις αποδόσεις των ελαιώνων, αλλά μόνο όταν το Ν στα φύλλα είναι κάτω από το όριο επάρκειας (Hartmann 1958, Gómez-Casero et al. 2007).

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση των δεδομένων πεδίου και το σχολιασμό των αποτελεσμάτων προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

6.1 Γενικά

- Η παρούσα έρευνα ανέδειξε τη σημαντικότητα της εφαρμογής του βιολογικού συστήματος διαχείρισης στους ελαιώνες αναφορικά με την ενίσχυση της βιοποικιλότητας. Συγκεκριμένα, στους βιολογικούς ελαιώνες διαπιστώθηκε μια τάση για αύξηση της βιοποικιλότητας και της πυκνότητας των εξής συνιστωσών της: ποώδη φυτά κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο, ξυλώδη φυτά, διαχειμάζοντα και αναπαραγόμενα είδη πουλιών και ασπόνδυλα (γαιοσκώληκες, έντομα των οικογενειών Carabidae και Tenebrionidae, ισόποδα). Η τάση αυτή προσομοιάζει τους βιολογικούς ελαιώνες ως ένα βαθμό, με τα γειτονικά φυσικά οικοσυστήματα (μακί).
- Η εντατικοποίηση της ελαιοκαλλιέργειας υποβαθμίζει το έδαφος μέσω της διάβρωσης και της εφαρμογής φυτοφαρμάκων και ανόργανων χημικών λιπασμάτων και μειώνει τη βιοποικιλότητα.
- Η σύνθεση, η δομή και η φυσιολογία, των τουλάχιστον για 12 έτη εγκαταλειμμένων ελαιώνων, προσομοιάζει με αυτή των γειτονικών φυσικών οικοσυστημάτων (μακί), αν και υπάρχουν βασικές διαφορές ως προς την φυτική και πανιδική ποικιλότητα και πυκνότητα.
- Τα ποώδη φυτά κατά την χειμερινή και την εαρινή περίοδο, οι γαιοσκώληκες, τα διαχειμάζοντα είδη πουλιών, τα ξυλώδη φυτά, τα έντομα των οικογενειών Carabidae και Tenebrionidae, τα ισόποδα και τα αναπαραγόμενα είδη πουλιών είναι σημαντικοί παράγοντες των λειτουργιών του οικοσυστήματος.
- Τα φυτικά και ζωικά «είδη-δείκτες» που αναδείχθηκαν στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και στα μακί μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ενδείξεις περιβαλλοντικών συνθηκών, οι οποίες διαφορετικά θα ήταν πολύ δύσκολο, πολυδάπανο και χρονοβόρο να μετρηθούν. Επίσης, τα «είδη-δείκτες» μπορούν να αποτελέσουν εργαλεία παρακολούθησης στη διαχείριση των οικοσυστημάτων των ελαιώνων και να δώσουν χρήσιμες πληροφορίες τόσο στους παραγωγούς όσο και στους γεωπόνους, π.χ. για την κατάσταση του εδάφους, ώστε να επέμβουν ανάλογα.

- Η αποτύπωση των σχέσεων μεταξύ του πλούτου και της πυκνότητας συγκεκριμένων παραμέτρων της βιοποικιλότητας [ποώδη φυτά κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο, ξυλώδη φυτά, διαχειμάζοντα και αναπαραγόμενα είδη πουλιών, ασπόνδυλα (γαιοσκώληκες, έντομα των οικογενειών Carabidae και Tenebrionidae, ισόποδα)] με τους γεωργικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες στα συστήματα διαχείρισης των ελαιώνων και τα μακί αποδείχθηκε σημαντική, όσο αφορά στην κατανόηση των λειτουργιών αυτών των οικοσυστημάτων και στον ευρύτερο σχεδιασμό διαχειριστικών πρακτικών προστασίας της βιοποικιλότητας σε διαχειριζόμενα οικοσυστήματα.
- Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες για την επίδραση ορισμένων γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων στις αποδόσεις των ελαιώνων και μπορούν να βοηθήσουν τους γεωργούς να υιοθετήσουν τις κατάλληλες πρακτικές ώστε να γίνει εφικτή μια πιο βιώσιμη παραγωγή βρώσιμης ελιάς και ελαιολάδου.

6.2 Ειδικά

- Κατά την παραγωγική αλλά και την μη παραγωγική χρονιά της περιόδου έρευνας, οι συμβατικοί ελαιώνες απέφεραν ελαφρώς υψηλότερες κατά μέσο όρο αποδόσεις σε σχέση με τους βιολογικούς ελαιώνες, τόσο στην παραγωγή ελαιόλαδου όσο και στην παραγωγή βρώσιμης ελιάς. Αναφορικά όμως με τη συνολική οικονομική πρόσοδο, αυτή ήταν υψηλότερη στους βιολογικούς ελαιώνες σε σχέση με τους συμβατικούς.
- Η επίδραση του συστήματος διαχείρισης των ελαιώνων αποδείχθηκε καθοριστική για συγκεκριμένα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους (Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων, φώσφορος, οργανική ουσία, νιτρικά και αμμωνιακά ιόντα, ολικό άζωτο, αναλογία άνθρακα προς άζωτο και φαινομενική πυκνότητα εδάφους).
- Η ποικιλότητα, η ισοκατανομή, η κάλυψη και η βιομάζα ποωδών φυτικών ειδών κατά τη χειμερινή και την εαρινή περίοδο ευνοήθηκαν από το βιολογικό σύστημα διαχείρισης των ελαιώνων.
- Οι υψηλότερες τιμές πυκνότητας, βιομάζας, ποικιλότητας και ισοκατανομής των ειδών γαιοσκωλήκων καταγράφηκαν κυρίως στους βιολογικούς ελαιώνες και δευτερευόντως στα μακί, ενώ οι χαμηλότερες τιμές καταγράφηκαν στους συμβατικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες.

- Οι βιολογικοί ελαιώνες και τα μακί παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές ποικιλότητας, ισοκατανομής και πυκνότητας των ειδών εντόμων της οικογένειας Carabidae, ακολουθούμενοι από τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες, ενώ τις χαμηλότερες τιμές αντίστοιχα εμφάνισαν οι συμβατικοί ελαιώνες.
- Οι υψηλότερες τιμές πυκνότητας, ποικιλότητας και ισοκατανομής των ειδών εντόμων της οικογένειας Tenebrionidae παρατηρήθηκαν στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί συγκριτικά με τους εγκαταλειμμένους και τους συμβατικούς ελαιώνες.
- Τον μήνα Ιούνιο οι βιολογικοί ελαιώνες παρουσίασαν την υψηλότερη τιμή πυκνότητας, ποικιλότητας και ισοκατανομής ισοπόδων, ενώ τη χαμηλότερη τιμή αντίστοιχα έδειξαν οι συμβατικοί και οι εγκαταλειμμένοι ελαιώνες. Για τους μήνες Απρίλιο και Μάιο η μέγιστη τιμή πυκνότητας, ποικιλότητας και ισοκατανομής των ισοπόδων καταγράφηκε στους βιολογικούς ελαιώνες, ενώ η ελάχιστη αντίστοιχα καταγράφηκε στους συμβατικούς και εγκαταλειμμένους ελαιώνες και στα μακί.
- Τις υψηλότερες τιμές πυκνότητας, ποικιλότητας και ισοκατανομής των διαχειμαζόντων και των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών παρουσίασαν οι βιολογικοί ελαιώνες και τα μακί, ακολουθούμενοι από τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες, ενώ τις χαμηλότερες τιμές αντίστοιχα παρουσίασαν οι συμβατικοί ελαιώνες.
- Στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και τα μακί αναδείχθηκαν τα παρακάτω «είδη-δείκτες»:
 - α) Ποώδη φυτά κατά τη χειμερινή περίοδο:**
Malva sylvestris, *Agrostemma githago*, *Stellaria media*, *Anthemis chia* και *Arisarum vulgare* (βιολογικοί ελαιώνες), *Sonchus arvensis* και *Urtica dioica* (συμβατικοί ελαιώνες), *Anemone pavonina* και *Narcissus tazetta* (εγκαταλειμμένοι ελαιώνες) και *Asphodelus ramosus* και *Lilium candidum* (μακί).
 - β) Ποώδη φυτά κατά την εαρινή περίοδο:**
Setaria verticillata, *Medicago lupulina*, *Trifolium arvense*, *Malva sylvestris*, *Matricaria chamomilla*, *Sinapis arvensis*, *Papaver rhoeas*, *Hordeum bulbosum*, *Trifolium campestre* και *Anagallis arvensis* (βιολογικοί ελαιώνες), *Sonchus arvensis* και *Chenopodium album* (συμβατικοί ελαιώνες), *Campanula spathulata* και *Silene cretica* (εγκαταλειμμένοι ελαιώνες) και *Arisarum vulgare* (μακί).
 - γ) Ξυλώδη φυτά:**
Vitex agnus-castus (βιολογικοί ελαιώνες), *Pyrus communis* (συμβατικοί ελαιώνες), *Cistus incanus*, *Calycotome villosa*, *Spartium junceum*, *Fumana*

thymifolia, *Pistacia terebinthus*, *Arbutus unedo*, *Rhamnus alaternus*, *Arbutus adrachne*, *Salvia officinalis*, *Phlomis fruticosa* και *Satureja thymbra* (μακί).

δ) Γαιοσκώληκες:

Microscolex phosphoreus, *Dendrobaena cognettii*, *Aporrectodea trapezoides* και *Dendrobaena veneta* (βιολογικοί ελαιώνες).

ε) Έντομα της οικογένειας Carabidae:

Myas chalybaeus, *Carabus violaceus*, *Zabrus femoratus* και *Pachycarus cyaneus* (βιολογικοί ελαιώνες), *Carabus coriaceus* και *Carabus presli* (μακί).

στ) Έντομα της οικογένειας Tenebrionidae:

Pachyscelis villosa, *Stenosis orientalis*, *Helops rossii* και *Opatrum sabulosum* (βιολογικοί ελαιώνες), *Pimelia sericella* και *Dailognatha quandricolis* (μακί).

ζ) Ισόποδα:

Porcellio laevis (βιολογικοί ελαιώνες).

η) Διαχειμάζοντα είδη πουλιών:

Sylvia atricapilla, *Carduelis carduelis*, *C. chloris* και *Emberiza cirlus* (βιολογικοί ελαιώνες) και *Regulus ignicapillus* (συμβατικοί ελαιώνες).

θ) Αναπαραγόμενα είδη πουλιών:

Garrulus glandarius, *Galerida cristata*, *Lanius minor* και *Cuculus canorus* (βιολογικοί ελαιώνες), *Oenanthe hispanica* (συμβατικοί ελαιώνες) και *Sylvia curruca* (εγκαταλειμμένοι ελαιώνες).

- Η επίδραση των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων στην πυκνότητα των βιολογικών ομάδων έδειξε ότι:

α) Χειμερινή περίοδος

Η πυκνότητα των γαιοσκωλήκων συσχετίζεται θετικά με την εφαρμογή ανόργανης λίπανσης K-Mg και κοπριάς στους βιολογικούς ελαιώνες. Η πυκνότητα των ποωδών φυτών συσχετίζεται θετικά με τον δείκτη ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών και το ολικό N, ενώ συσχετίζεται αρνητικά με την έκταση και την έκθεση των χωραφιών στους βιολογικούς ελαιώνες. Επίσης, η πυκνότητα των διαχειμαζόντων ειδών πουλιών αυξάνεται με την αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους στους βιολογικούς ελαιώνες, ενώ μειώνεται με την αύξηση των ανόργανων λιπασμάτων N και K στους συμβατικούς ελαιώνες. Όσο αφορά στα μακί και τους εγκαταλειμμένους ελαιώνες, η πυκνότητα των ποωδών φυτών μειώνεται καθώς αυξάνεται η έκταση των ελαιώνων και με την έκθεσή τους.

β) Εαρινή περίοδος

Στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί η πυκνότητα των αναπαραγόμενων ειδών πουλιών και των Carabidae συσχετίζεται θετικά με το δείκτη ποικιλότητας Shannon των Carabidae και των ξυλωδών φυτών και την εφαρμογή κοπριάς, ενώ συσχετίζεται αρνητικά με την ανόργανη λίπανση N και την ανόργανη λίπανση K στους συμβατικούς ελαιώνες. Ακόμη, η πυκνότητα των ισοπόδων αυξάνεται με την εφαρμογή κοπριάς στους βιολογικούς ελαιώνες, ενώ μειώνεται με αύξηση την ανόργανης λίπανσης K και ανόργανης λίπανσης N στους συμβατικούς ελαιώνες.

Αναφορικά με την πυκνότητα των ξυλωδών φυτών, αυτή αυξάνεται με αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους, του δείκτη ποικιλότητας Shannon και του ύψους των ξυλωδών φυτών στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί. Όσο αφορά στην πυκνότητα των Tenebrionidae, αυτή συσχετίζεται θετικά με το δείκτη ποικιλότητας Shannon των Tenebrionidae και το ύψος των ξυλωδών φυτών στους βιολογικούς ελαιώνες και τα μακί. Επιπρόσθετα, η πυκνότητα των ποωδών φυτών σχετίζεται θετικά με την εφαρμογή ανόργανης λίπανσης N και ανόργανης λίπανσης K στους συμβατικούς ελαιώνες.

- Οι αποδόσεις των βιολογικών ελαιώνων βρέθηκε να αυξάνονται καθώς αυξάνεται η εφαρμογή κοπριάς και η πυκνότητα των γαιοσκωλήκων, ενώ οι αποδόσεις των συμβατικών ελαιώνων αυξάνονται με την αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους και της εφαρμογής της ανόργανης λίπανσης N.

7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

- Σημαντική οικονομική διέξοδος για τον ελαιοπαραγωγό μπορεί να αποτελέσει στην περιοχή έρευνας η μετάβαση από τη συμβατική στη βιολογική ελαιοκαλλιέργεια, καθώς η ελαιοκαλλιέργεια προσφέρεται ίσως περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη δενδρώδη καλλιέργεια για βιολογικό σύστημα διαχείρισης.
- Οι πρακτικές της βιολογικής γεωργίας επιτυγχάνουν περισσότερη οργανική ύλη και θρεπτικά συστατικά στο έδαφος με αποτέλεσμα να έχουν θετικές επιδράσεις στο περιβάλλον, καθώς ανανεώνουν και ενισχύουν τη βιοποικιλότητα (π.χ. ποώδη φυτά, γαιοσκώληκες, αρθρόποδα, ορνιθοπανίδα). Για τους λόγους αυτούς συστήνεται η επέκταση του συστήματος βιολογικής διαχείρισης σε μεγαλύτερο ποσοστό στους ελαιώνες.
- Αύξηση της εφαρμογής των οργανικών λιπασμάτων (π.χ. κοπριά, φυτικά υπολείμματα) στους βιολογικούς ελαιώνες και αντικατάσταση των ανόργανων χημικών λιπασμάτων με τα ανωτέρω λιπάσματα στους συμβατικούς ελαιώνες, με σκοπό τη βελτίωση της σύστασης του εδάφους, την αποφυγή της διάβρωσης και την αύξηση της χλωρίδας και πανίδας (π.χ. ποώδη και ξυλώδη φυτά, γαιοσκώληκες, κολεόπτερα, ισόποδα, ορνιθοπανίδα) και γενικότερα την αύξηση των αποδόσεων των ελαιώνων.
- Σπορά φυτών στους συμβατικούς ελαιώνες για χλωρή λίπανση και κάλυψη του εδάφους, με σκοπό την προστασία του από τη διάβρωση και έκπλυση των θρεπτικών συστατικών του.
- Διατήρηση των ξυλωδών φυτών στους συμβατικούς ελαιώνες έξω από την προβολή της κόμης των ελαιόδεντρων, με σκοπό την αποφυγή της διάβρωσης των εδαφών, της απώλειας των θρεπτικών στοιχείων και της αύξησης της βιοποικιλότητας (π.χ. ισόποδα, ορνιθοπανίδα)
- Αποφυγή της χρήσης ζιζανιοκτόνου και διατήρηση της ποώδους βλάστησης στους συμβατικούς ελαιώνες, γεγονός το οποίο θα ευνοήσει τη βιοποικιλότητα, την ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων και τη μείωση της διάβρωσης του εδάφους.
- Βαθύτερη μελέτη των ειδών-δεικτών καθώς αποτελούν αξιόπιστους δείκτες οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ενδείξεις περιβαλλοντικών συνθηκών και να δώσουν χρήσιμες πληροφορίες τόσο στους παραγωγούς όσο και στους γεωπόνους, ώστε να επέμβουν ανάλογα.

- Εάν δεν είναι εφικτή η παραγωγική αξιοποίησή τους, διατήρηση ελαιώνων πολυετούς εγκατάλειψης, οι οποίοι συμβάλλουν στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, στη συγκράτηση εδαφών, στον εμπλουτισμό του υδροφόρου ορίζοντα, στην παροχή καταφυγίου και τροφής για την πανίδα και στην αναβάθμιση της αισθητικής του τοπίου.
- Μελέτη περισσότερων βιοδεικτών (π.χ. μύκητες, βακτήρια, κολλέμβολα, ακάρεα και ένζυμα εδάφους, νηματώδεις και ερπετά), περιβαλλοντικών παραγόντων (π.χ. βροχόπτωση, άνεμος και ηλιακή ακτινοβολία) και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων προκειμένου να αποκτηθεί πιο ολοκληρωμένη εικόνα για τη λειτουργία των οικοσυστημάτων των ελαιώνων ώστε να εφαρμοστούν οι βέλτιστες πρακτικές αειφορικής διαχείρισής τους.

ABSTRACT

The present study was conducted in olive groves of Magnesia Prefecture in which two trends have been observed regarding their management: a) abandonment and b) a low rate turn, but with an increasing tendency, towards organic olive-farming. The main objective of the study was to investigate the mechanisms and the direction to which the evolution (change) of the ecosystems of olive groves is led by the management practices (conventional, organic, abandonment), as well as the consequences these practices may have on the biodiversity. Specifically, the objectives of the study focused on the comparative study of the representative: 1) conventional, 2) organic, 3) abandoned olive groves and 4) the neighbouring natural ecosystems (maquis) as regards the chosen components of the biodiversity, that is a) plant diversity, b) structure, density, and diversity of bird communities, earthworms and earthly coleoptera and isopoda, as well as the following soil parameters: a) physiochemical characteristics and b) soil erosion.

Moreover, another aim of the study was the establishment of rural and environmental indices of flora and fauna richness, and the yield of the olive groves under different management systems. Furthermore, the study aimed at establishing “species-indices” favoured by specific management systems of the olive groves so as they could be used as tools for watching ecosystems of olive groves during their future management. Data analysis revealed that the conventional olive groves, in both productive and non productive years, produced not significantly higher average produce in relation to the organic olive groves, not only regarding the production of olive oil but also the production of edible olives. As regards the total financial income, it was higher in the organic olive groves in relation to the conventional ones, in the study area.

The effect of the management system in olive groves was proved to be significant for specific physiochemical characteristics of the soil (cation exchange capacity, phosphorous, organic matter, nitrates and ammonium salts, total nitrogen, carbon to nitrogen ratio and soil bulk density). The cation exchange capacity, the concentration of phosphorous, the organic matter ratio and C/N ratio of the soil was found to be higher in maquis and in organic olive groves, while the concentrations of total N, NO_3^- , NH_4^+ and the soil bulk density were found to be higher in conventional ones. The type of erosion observed was superficial interrill erosion in the conventional olive groves and locally in the organic and abandoned olive groves. Twofold quantity of erodible materials was recorded in conventional olive groves in comparison with the organic and abandoned

ones, and threefold in comparison with the maquis. On the contrary, the quantity of erodible materials observed in the organic olive groves, was similar to that in the abandoned ones and the maquis.

The present study highlighted the significance of the application of the organic management system in olive groves as regards the enhancement of the biodiversity. Specifically, a tendency for an increase in the diversity and density of the following components of biodiversity was observed in the organic olive groves: herbaceous plants during winter and spring period, woody plants, winter and breeding bird species, invertebrates (earthworms, insects in the families Carabidae and Tenebrionidae, isopoda). To some extent, this tendency simulates the organic olive groves with the neighbouring natural ecosystems (maquis).

It was found out that the intensification of olive trees cultivation with the application of pesticides and inorganic chemical fertilizers degrades the soil and decreases the biodiversity. The composition, layout and physiognomy of the abandoned, for at least 12 years, olive groves simulates with that of the adjacent natural ecosystems (maquis), though there are some basic differences regarding the plant and fauna density and diversity. Moreover, for the management systems under the study, and the maquis, species-indices for the winter and spring herbaceous and woody plants, worms, Carabidae, Tenebrionidae and isopoda, as well as for the hibernant and reproduced bird species were established, which can constitute the base for drawing useful conclusions and making decisions which will contribute to sustainable management of olive tree cultivation.

As regards the produce of the organic olive groves, it was found out that it increases when the manure application and the earthworm density increase, while the produce of the conventional olive groves increases when the organic matter of the soil and the application of inorganic fertilization with N increase. The relations between the richness and the density of the parameters [herbaceous plants during winter and spring period, woody plants, winter and breeding bird species, invertebrates (earthworms, insects in the families Carabidae and Tenebrionidae, isopoda)] with the rural and environmental factors, respectively, in the management systems of olive groves as well as the maquis, are significant regarding the understanding of the functions of these ecosystems and the wider planning of management practices for the protection of the biodiversity in the managed ecosystems.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αγοράκη, Φ. 2004. Εκτίμηση του κινδύνου διάβρωσης της Νήσου Λέσβου με τη χρήση των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών και τηλεπισκόπησης. Μεταπτυχιακή διατριβή. Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.
- Αθανασιάδης, Ν.Η. 1982. Δασική φυτοκοινωνιολογία. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, σελ. 1-119.
- Αθανασιάδης, Ν. 1986. Δασική Βοτανική. (Δένδρα και θάμνοι των δασών της Ελλάδας). Μέρος II. Θεσσαλονίκη, σελ. 309.
- Αλεξιάδης, Κ. 1967. Φυσική και Χημική Ανάλυσις του Εδάφους. Θεσσαλονίκη.
- Αλμπάνης, Τ. 1991. Φυτοφάρμακα-Χρήση Επιπτώσεις και Νομοθεσία, Εκδόσεις Θεοδωρίδη.
- Αλμπάνης, Τ.Α. 1996. Ρύπανση και Τεχνολογία Προστασίας Περιβάλλοντος, Ιωάννινα.
- Αναλογίδης, Δ. 2000. Έδαφος θρεπτικά στοιχεία και φυτική παραγωγή, Αγροτύπος Α.Ε. , σελ. 1-376.
- Αναστασίου, Ι. και Λεγάκις, Α. 2006. Ανάλυση της δομής και της ποικιλότητας των εδαφικών κολεοπτέρων (Οικογένειες: Carabidae και Tenebrionidae) σε ορεινά οικοσυστήματα. 3ο Συνέδριο Ελληνικής Οικολογικής Εταιρείας και Ελληνικής Ζωολογικής Εταιρείας, Ιωάννινα, 16-19 Νοεμβρίου 2006. Βιβλίο περιλήψεων, σελ. 51.
- Βαγγελάτου, Π. 2010. Η επίδραση των εισροών στην ποιότητα του εδάφους στο οροπέδιο της κοινότητας Ομαλών στη νήσο Κεφαλληνία. Μεταπτυχιακή διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Βασιλάκογλου, Ι. 2004. Ζιζάνια: Αναγνώριση και Αντιμετώπιση. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα, σελ. 303.
- Βώκου, Δ. 1988. Οι ελαιώνες ως φυσικά οικοσυστήματα, Πρακτικά της επιστημονικής συνάντησης που έγινε στη Μυτιλήνη από 25 – 27/2/1988 υπό την αιγίδα του Υπουργείου Αιγαίου, «Ελαιουργική» ΣΥΝ. Π.Ε, Μυτιλήνη.
- Γεωργίλα, Β. 2006. Μεταβολές του αζώτου (N) σε βιολογική καλλιέργεια γλυκού σοργού για παραγωγή βιομάζας ΜΔΕ, Περιβαλλοντικές Επιστήμες, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Γερονίκος, Δ.Β. 2010. Η επίδραση του φορτίου της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας και της ανάπτυξης των δένδρων ελιάς ποικιλίας Κορωνέικη. Μεταπτυχιακή διατριβή, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

- Γιαννοπολίτης, Κ. 1995. Αφιέρωμα ελαιοκομία. Εκδόσεις Αγρότυπος Α.Ε., Αθήνα, σελ. 48-62.
- Γιαννοπολίτης, Κ.Ν. 2009. Αντιμετώπιση των ζιζανίων στον ελαιώνα. Γεωργία-Κτηνοτροφία. Τεύχος 6, Αθήνα, σελ. 92-100.
- Γρηγοριάδου, Α.Κ. 2003. Μελέτη της in vitro αναπαραγωγής ελληνικών ποικιλιών ελιάς. Διδακτορική διατριβή. Θεσσαλονίκη.
- Δελλαπόρτα, Λ. 2004. Έκθεση του ανθρώπου σε βαρέα μέταλλα: η συσσώρευση των βαρέων μετάλλων και οι επιπτώσεις τους σε ιστούς γαιοσκωλήκων και βιοδείκτες έκθεσης. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Ιατρικής και Βιολογίας, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιον Αθηνών, Αθήνα.
- Δημόπουλος, Π. 1999. Περιβαλλοντική Βιολογία, Σημειώσεις, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, Αθήνα.
- Εκπαιδευτική Ελληνική Εγκυκλοπαίδεια. 2001. Φυτολογία, Εκδοτική Αθηνών.
- Ελευθεροχωρινός, Η.Γ. και Γιαννοπολίτης, Κ.Ν. 2009. Ζιζάνια: Οδηγός Αναγνώρισης. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα, σελ. 270.
- Θεοδωρακάκης, Μ.Χ. 1995. Δομή, Δυναμική και Διαχείριση των Ελαιώνων των Νησιών. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος, Μυτιλήνη.
- Θεριός, Ι. 2005. Ελαιοκομία. Α' έκδοση. Εκδόσεις Δ. Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, σελ. 1-528.
- Καβάδδης, Δ. 1956-1964. Εικονογραφημένον Βοτανικόν-Φυτολογικόν Λεξικόν. Αθήναι.
- Καραγιάννη, Π. 2009. Οικολογία των τύπων οικοτόπων της αποξηραμένης Λίμνης Μουριάς: Μελέτη της γλωρίδας και βλάστησης και οικολογική διερεύνηση περιβαλλοντικών παραμέτρων στα πλαίσια προγράμματος πιλοτικού επαναπλημμυρισμού. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας, Πάτρα.
- Καρακώστα, Χ., Παπαδημητρίου, Μ., Μαντζανάς, Κ. και Παπαναστάσης, Β.Π. 2010. Διαχρονική μεταβολή της κάλυψης και ποικιλότητας της βλάστησης σε εγκαταλειμμένους αγρούς του Πανεπιστημιακού δάσους Ταξιάρχη Χαλκιδικής. Λιβαδοπονία και Ποιότητα ζωής. Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου, Ξάνθη, 14-16 Οκτωβρίου, σελ. 153-156.
- Καλτσάς, Δ. 2010. Συγκριτική μελέτη της δομής Βιοκοινοτήτων Κολεοπτέρων σε μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα στην Ανατολική Μεσόγειο. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας, Κρήτη.

- Κατσαδωράκης, Γ. 1989. Βιοκοινότητες στρουθιόμορφων πουλιών στην Πρέσπα Φλώρινας. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Κόττικα, Α. 2004. Μελέτη της αναθεώρησης του υφιστάμενου καθεστώτος παρακολούθησης του πληθυσμού του Δάκου (*Dacus oleae*) στη Λέσβο, με τη βοήθεια της εξέλιξης του πληθυσμού του σε χωρικό και χρονικό επίπεδο. Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σχολή Περιβάλλοντος, Τμήμα Περιβάλλοντος, Μυτιλήνη.
- Κουκουλάκης Π., Σιμώνης, Α. και Γκερτσής, Α. 2000. Οργανική ουσία του Εδάφους, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
- Κουλούρη, Μ. 2004. Εδαφική υδατική διάβρωση και αλλαγή χρήσης γης στη Μεσόγειο: Εγκατάλειψη Παραδοσιακής Εκτατικής καλλιέργειας. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.
- Κουτσελίνη, Α. και Αθανασέλης, Σ. 1995. Ρύπανση περιβάλλοντος και επιπτώσεις στην υγεία, Επιλεγμένα θέματα Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας.
- Κουτσίδου, Ε. 1995. Φυσική αναγέννηση υποβαθμισμένων Μεσογειακών Οκοσυστημάτων ως αποτέλεσμα αποκλεισμού της βοσκητικής πίεσης - Η περίπτωση της Χίου. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος, Μυτιλήνη.
- Κυπαρίσσης, Α. 1995. *Phlomis fruticosa* L.: Το πρότυπο του εποχιακού διμορφισμού των φύλλων και το προσαρμοστικό δυναμικό τους στις ιδιαίτερες συνθήκες του Μεσογειακού κλίματος. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Κυριαζόπουλος, Α., Φωτιάδης, Γ. και Νάστης, Α.Σ. 2006. Επίδραση σκίασης των δένδρων στη σύνθεση του υπορόφου και τη φυτοποικιλότητα. Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου, Ηράκλειο Κρήτης, 1-3 Νοεμβρίου, σελ. 119-123.
- Κυριτσάκης, Α. 2007. Ελαιόλαδο: συμβατικό και βιολογικό, βρώσιμη ελιά - πάστα ελιάς, Αφοί Ακριτίδη Ο.Ε., Θεσσαλονίκη, σελ. 1-671.
- Κωνσταντινίδης, Π. και Γκατζογιάννης, Σ. 2001. Επιλογή Δασικών Ειδών για Αναδασώσεις σε Πυρόπληκτες Περιοχές, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης- ΕΘΙΑΓΕ και Ταχυδρομικό Ταμιευτήριο (Αυτοτελής έκδοση), σελ.1-143.
- Κωνσταντίνου, Ι. 2000. Μελέτη της Φωτοδιάσπασης και Προσρόφησης επιλεγμένων σύγχρονων Ζιζανιοκτόνων σε Υδατικά και Εδαφικά συστήματα. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

- Κυριτσάκης, Α. 2007. Ελαιόλαδο: συμβατικό και βιολογικό, βρώσιμη ελιά - πάστα ελιάς., ΑφοίΑκριτίδη Ο.Ε., Θεσσαλονίκη.
- Κωστελένος, Γ. Δ. 2011. Στοιχεία ελαιοκομίας. Ιστορία, περιγραφή και γεωγραφική κατανομή των ποικιλιών ελιάς στην Ελλάδα. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ.1- 432.
- Λασκαράτος, Α. 2002. Το Θαλάσσιο Περιβάλλον στο Άνθρωπος και Περιβάλλον στην Ελλάδα. Επιμέλεια Χάρις Κοκκώσης ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα.
- Λεγάκις, Α. 2004. Παρακολούθηση και εκτίμηση της αποκατάστασης ορυχείων της Δυτικής Μύλου με χρήση δεικτών από την τοπική χερσαία πανίδα. Πρόγραμμα:Προστασία Περιβάλλοντος και Βιώσιμη Ανάπτυξη. Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, σελ. 48.
- Λεγάκις, Α. και Μαραγκού, Π. 2009. Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας. Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, σελ. 1-526.
- Martens, J. Päckert, M. 2006. «Family Regulidae (Kinglets and Forecrests)». In: Del Hoyo, J. Elliott, A. Christie, D.A. (Eds.), Handbook of the Birds of the World: Old World Flycatchers to Old World Warblers, Barcelona, Lynx Edicions.
- Μάργαρης, Ν.Σ. 1976. Δομή και δυναμική ενός φρυγανικού οικοσυστήματος. Διατριβή επί Υψηγείας, Αθήνα.
- Μαρμάρη, Α. 1991. Ανθρωπογενείς επιδράσεις στην πανίδα εδαφικών αρθροπόδων σε δάσος *Pinus halepensis* στην Β. Εύβοια. Διδακτορική Διατριβή. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Μελιάδου, Α. 2000. Βιοποικιλότητα (Οδηγός εκπαιδευτικών). Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Διεύθυνση Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Υπόεργο ΕΠΕΑΕΚ 1.1.ΣΤ.1.Γ2, Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού υλικού για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, σελ. 1-43.
- Μήτσιοι, Ι., Πασχαλίδης, Χ. και Παγανιάς, Κ. 1995. Διάβρωση των εδαφών Αντιδιαβρωτικά μέτρα προστασία, Εκδόσεις ΖΥΜΕΛ.
- Μήτσιοι, Ι.Κ., Γκίζας, Δ.Β., Μέρμηγκας, Δ.Ε. και Γάτσιοι, Φ.Α. 2004. Απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας των συγκεντρώσεων φωσφόρου, pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας καλλιεργούμενων εδαφών της Ελασσόνας με χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS). Πρακτικά 1^{ου} Πανελληνίου Περιβαλλοντικού Συνεδρίου, Ορεστιάδα.

- Μονοκρούσος, Ν. 2007. Εκτίμηση ποιότητας βιολογικά καλλιεργούμενων εδαφών. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Μπαλατσούρας, Γ.Δ. 1984. Κυριότερες ποικιλίες ελιάς ανά τον κόσμο. Στο: «Το Ελαιόδεντρο» με εκδότη την Ν. Ναυρομάτης και ΣΙΑ ΕΠΕ, Αθήνα, σελ. 366-370.
- Μπαλατσούρας, Γ.Δ. 1995. Η επιτραπέζια ελιά: ποικιλίες, χημική σύσταση, εμπορικοί τύποι, ποιοτικά χαρακτηριστικά, συσκευασία, εμπορία, Αθήνα, σελ. 1-443.
- Μπαλατσούρας, Γ.Δ. 1999. Η Ελαιουργία, Αθήνα, σελ. 1- 409.
- Μπαλατσούρας, Γ.Δ. 2007. Καλλιέργεια με σύγχρονες μεθόδους: Τελευταίες εξελίξεις. Εκδόσεις Πελεκάνος, Αθήνα, σελ. 1-69.
- Μπούρμπος, Β. και Σκουντριδάκης, Μ. 2001. Οικολογική αντιμετώπιση των ασθενειών της ελιάς, Τευχος ΔΗΩ Νο 17.
- Μπραζιώτης, Δ. 1997. Αλληλεπιδράσεις μεταξύ ξυλωδών και ποωδών φυτών σε δασολιβαδικά συστήματα. Αειφορική αξιοποίηση Λιβαδιών και Λειμώνων. Α Πανελλήνιο Λιβαδοπονικό Συνέδριο. Δράμα, 6-8 Νοεμβρίου 1996. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρία, σελ. 98-103.
- Νιζάμη, Μ. Ι. 2005. Η επίδραση του χρόνου αποκλεισμού της βόσκησης στη δομή της βλάστησης και στην παραγωγικότητα Μεσογειακών φρυγανικών οικοσυστημάτων: η περίπτωση του οροπεδίου του Αίπους στη νήσο Χίο. Διατριβή. Τμήμα περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.
- Νικολαΐδου, Α. 2007. Επίδραση καλλιεργητικών πρακτικών στο έδαφος και στην ποικιλότητα τη χλωρίδας συμβατικών και οργανικών αμπελώνων. Διδακτορική διατριβή. Τομέας φυτών μεγάλης καλλιέργειας και οικολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Νούσιας, Π. 2005. Μελέτη εδαφικής πανίδας σε ελαιώνες σε διαφορετικά συστήματα παραγωγής στην περιοχή Μεσσαρά. Πτυχιακή εργασία ΤΕΙ Κρήτης. σελ. 196.
- Ντασιοπούλου, Γ. 2008. Εξέλιξη τοπίου στη Σύρο, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, Αθήνα.
- Ντόβα, Χ.Κ. 2009. Γενετική διαφοροποίηση του γένους *Ligidium* (καρκινοειδή, Ισόποδα) στην Ελλάδα, βάσει μοριακών δεικτών πυρηνικού DNA. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας, Πάτρα.
- Οικονομίδου, Ε. 1995. Επιλεγμένα θέματα Διαχείρισης Περιβάλλοντος. Φυτοοικολογία, Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, Αθήνα.

- Παναγοπούλου, Α. 2011. Βιογεωχημική Μελέτη Του Φυτού *Origanum Majorana* Με Στόχο την Προστασία της Δημόσιας Υγείας. Μεταπτυχιακή διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Παπαδάς, Χ. 2005. Βιοποικιλότητα φυσικών οικοσυστημάτων και αγρο-οικοσυστημάτων: συγκρίσεις της ποικιλότητας φυτικών ειδών σε συστήματα ελαιώνων και πευκοδασών της Λέσβου. Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.
- Παπαδέλης, Χ.Ε. 2009. Αξιολόγηση της εδαφικής ποιότητας για την αποκατάσταση υποβαθμισμένων εδαφών στην περιοχή των Ταγαράδων. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Εδαφολογίας και Διαχείρισης Εδαφικών Πόρων, Θεσσαλονίκη.
- Παπαηλιάκης, Μ., Κάνταρος, Η. και Αναστασιάδης, Μ. 1998. Λιπάσματα και βελτιωτικά εδάφους, Φυτοπροστατευτικά προϊόντα, Τεύχος ΔΗΩ Νο18.
- Παπαναστάσης, Β.Π. και Νοιτσάκης, Β.Ι. 1992. Λιβαδική Οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη Ο.Ε., Θεσσαλονίκη, σελ. 1-244.
- Παράσχη, Λ. 1988. Μελέτη των αραχνών σε οικοσυστήματα μακκίας της Νότιας Ελλάδας (Ηπειρωτικό-Νησιωτικό). Διδακτορική διατριβή. Τμήμα βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα.
- Πίττα, Ε. 2009. Μελέτη της πανίδας των χερσόβιων αρθροπόδων σε διάφορους τύπους ενδιαιτήματος της Πάρνηθας. Μεταπτυχιακή διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Ποντίκης, Κ. 1992. Ελαιοκομία. Εκδόσεις Σταμούλης, Πειραιάς, σελ.1- 261.
- Ποντίκης, Κ. 2000. Ειδική δενδροκομία – Ελαιοκομία. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα, σελ. 1-265.
- Ραδέα, Κ. 1989. Μελέτη της Στρωμνής, της Αποσύνθεσης και της Κοινότητας των Αρθροπόδων σε Οικοσυστήματα Χαλεπίου Πεύκης της Νησιωτικής Ελλάδας. Διδακτορική Διατριβή. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Σαρλής, Γ.Π. 1998. Βελτίωση και διαχείριση φυσικών βοσκοτόπων. Εκδόσεις Α. Σταμούλης. Αθήνα, σελ. 1-202.
- Σιάρδος, Γ. και Κουτσούρης, Α. 2002. Αειφορική γεωργία και ανάπτυξη, Ζυγός, Θεσ/νίκη.
- Σινάνης, Κ. 1997. Σημειώσεις εδαφολογίας. Σχολή τεχνολογίας γεωπονίας, Τ.Ε.Ι Ηρακλείου, σελ. 1-90.
- Σινάνης, Κ. 2002. Σημειώσεις Εδαφολογίας. ΤΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο.

- Στάης, Σ. και Πυροβέτση, Μ. 2006. Συγκριτικά στοιχεία για τη σύνθεση της ορνιθοπανίδας σε λιβάδια των περιοχών ειδικής προστασίας (SPAs) Μενοικίου όρους και Χολομώντα. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία. Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου, Ηράκλειο Κρήτης, 1-3 Νοεμβρίου 2006, σελ. 285-293.
- Συλλαίος, Γ.Ν. 1990. Χαρτογράφηση και αξιολόγηση γεωργικών εδαφών και γαιών, Εκδ. Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- Σφακιωτάκης, Ε. 1993. Μαθήματα Ελαιοκομίας. Εκδόσεις ΤΥΡΟ ΜΑΝ, Θεσσαλονίκη, σελ. 29-33, 77-78, 137-143.
- Σφακιωτάκης, Ε. 1996. Μαθήματα ελαιοκομίας. Εκδόσεις τυρο ΜΑΝ.
- Σφενδουράκης, Σ. 1994. Βιογεωγραφία, Συστηματική και Οικολογία των Χερσόβιων Ισοπόδων του Κεντρικού Αιγαίου. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα.
- Σφενδουράκης, Σ. 2010. Τα πτηνά της Ελλάδας. Σημειώσεις για το μάθημα: Πανίδα της Ελλάδας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας, Πάτρα.
- Σφουγγάρης, Α. 1991. Οικολογία διατροφής του Κρητικού Αίγαγρου (*Capra aegagrus cretensis*), Αγριοπρόβατου (*Ovis orientalis musimon*) και Αγριοκούνελου (*Oryctolagus cuniculus*) και επιπτώσεις της βόσκησης σε νησιωτικά οικοσυστήματα. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη.
- Τζανακάκης, Μ. 1995. Εντομολογία. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Τζώρτζη, Ι.Ε. 2010. Επίδραση συγκεντρώσεων αργιλίου στο έδαφος πάνω στη βιοσυσσώρευση σε γαιοσκώληκες του γένους *Octodrilus*. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Επιστήμης και Σύγχρονα Συστήματα Φυτικής Παραγωγής, Φυτοπροστασίας και Αρχιτεκτονικής, Αθήνα.
- Τριχάς, Α. 1996. Οικολογία και Βιογεωγραφία των εδαφικών κολεοπτέρων στο νότιο Αιγαίο. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ηράκλειο Κρήτης.
- Τσιαφούλη, Μ. 2007. Εδαφική βιοποικιλότητα σε οργανικά και συμβατικά αγρο-οικοσυστήματα. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων. 1998. Πρώτη Εθνική Αναφορά στη Σύμβαση για τη Βιολογική ποικιλότητα. Αθήνα.

- ΥΠΕΧΩΔΕ. 1984. Πρόγραμμα αναγνώρισης του φυσικού περιβάλλοντος της χώρας.
Τελική έκθεση εργασιών πεδίου πρώτης φάσης Νομού Μαγνησίας, Αθήνα.
- Φωτόπουλος, Τ. 2005. Η καταστροφή της γεωργίας μας στην ΕΕ, Περικτική
Δημοκρατία, Τεύχος 9, Μάρτιος-Ιούνιος.
- Φωτόπουλος, Τ. 2009. Η καταστροφή της Γεωργίας και η «Εθνική Στρατηγική»,
Ελευθεροτυπία.

ΕΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abdel-Nasser, G. and Harash, M.M. 2001. Studies on some plant growing media for olive cultivation in sandy soils under Siwa oasis conditions. *Journal of Advertising Agricultural Research* 6: 487-510.
- Achouri, M.S., Medini-Bouaziz, L., Hamaied, S. and Charfi-Cheikhrouha, F. 2008. Diversity of terrestrial isopods at the Oued Laou region (Northeast of Morocco): preliminary results. In: Bayed, A. and Ater, M. (Eds.), *Du bassin versant vers la mer: Analyse multidisciplinaire pour une gestion durable. Travaux de l'Institut Scientifique, Rabat, série générale* 5:75-79.
- Ahnström, J. 2002. *Ekologiskt Lantbruk Och Biologisk Mångfald: En Litteraturgenomgång [Organic farming and biodiversity: a literature review]*. Centre for Sustainable Agriculture, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden [in Swedish].
- Akkuzu, E. 2006. Impact of cultural practices on arthropod abundance in soybean fields. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 12: 501-513.
- Algar, A.C., Kerr, J.T. and Currie, D.J. 2007. A test of Metabolic Theory as a mechanism underlying broad-scale species-richness gradients. *Global Ecology and Biogeography* 16: 170-178.
- Alias, L.J., Lopez-Bermudez, F., Marin-Sanleandro, P., Romero-Diaz, M.A. and Martinez, J. 1997. Clay minerals and soil fertility loss on Peric Calcisol under a semiarid Mediterranean environment. *Soil Technology* 10: 9–19.
- Al-Mufti, M.M., Sydes, C.L., Furness, S.B., Grime, J.P. and Band, S.R. 1977. A quantitative analysis of shoot phenology and dominance in herbaceous vegetation. *Journal of Ecology* 65: 759–791.
- Alphei, J., Bonkowski, M. and Scheu, S. 1996. Protozoa, Nematoda and Lumbricidae in the rhizosphere of *Hordelymus europaeus* (Poaceae): faunal interactions, response of microorganisms and effects on plant growth. *Oecologia* 106: 111-126.
- Altieri, M. 1995. *Agroecology: The science of sustainable agriculture*. Boulder, CO: Westview Press.
- Amana, S.M., Obi, M.E and Jayeoba, O.J. 2010. Effects of cover management practices on Runoff and Erosion in Nsukka sandy loam soil. *Pat* 6: 110-117.

- Anastasiou, I. and Legakis, A. 2004. Differentiation of Coleoptera (Carabidae and Tenebrionidae) communities in Mediterranean-type ecosystems from mountainous areas in the Peloponnese, Greece. Proceedings 10th MEDECOS Conference, April 25-May. Rhodes, Greece.
- Andersen, A. and Eltun, R. 2000. Long-term developments in the carabid and staphylinid (Col., Carabidae and Staphylinidae) fauna during conversion from conventional to biological farming. *Journal of Applied Entomology* 124: 51-56.
- Antvogel, H. and Bonn, A. 2001. Environmental parameters and microspatial distribution of insects: a case study of carabids in an alluvial forest. *Ecography* 24:470–482.
- Arianoutsou, M. 1998. Aspects of Demography in Post-Fire Mediterranean Plant communities of Greece. In: Rundel, P.W., Montenegro G, Jaksic F.M. (Eds.) *Landscape Disturbance and Biodiversity in Mediterranean – Type Ecosystems*, Ecological Studies, Springer, New York, pp 136, 273-291.
- Argyropoulou, M.D., Karris, G., Papatheodorou, E. and Stamou, G.P. 2005. Epiedaphic Coleoptera in the Dadia Forest Reserve (Thrace, Greece): The Effect of Human Activities on Community Organization Patterns. *Belgian Journal of Zoology* 135: 127-133.
- Arshad, M.A. and Martin S. 2002. Identifying critical limits for soil quality indicators in agroecosystems. *Agriculture Ecosystems and Environment* 88: 153-160.
- Atkinson, P.W., Buckingham, D. and Morris, A.J. 2004. What factors determine where invertebrate feeding birds forage in dry agricultural grasslands? *Ibis* 146:99–107.
- Bailey, J.K. and Whitham, T.G. 2003. Interactions among elk, aspen, galling sawflies and insectivorous birds. *Oikos* 101:127–134.
- Banilas, G., Minas, J., Gregoriou, C., Demoliou, C., Kourti, A. and Hatzopoulos, P. 2003. Genetic diversity among accessions of an ancient olive variety of Cyprus. *Genome* 46: 370–376.
- Bárberi, P., Burgio, G. and Dinelli, G. 2010. Functional biodiversity in the agricultural landscape: relationships between weeds and arthropod fauna. *Weed Research* 50:388–401.
- Barrett, M.A. and Stiling, P. 2007. Relationships among Key deer, insect herbivores, and plant quality. *Ecological Research* 22:268–273.

- Bartz, M.L.C., Brown, G.G., Pasini, A., Fernandes, J., Curmi, P., Dorioz, J. and Ralisch, R. 2009. Earthworm communities in organic and conventional coffee cultivation. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44:928-933
- Barzegar, A.R., Yousefi, A. and Daryashenas, A. 2002. The effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat. *Plant and Soil* 247: 295-301.
- Basedow, T. 1994. Phenology and egg production in *Agonum dorsale* and *Pterostichus melanarius* (Col., Carabidae) in winter wheat fields of different growing intensity in northern Germany. In: Desender, K., Dufrene, M., Loreau, M., Luff, M.L. and Maelfait, J.P. (Eds.), *Carabid Beetles: Ecology and Evolution*. Kluwer, Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp 101-107.
- Batary, P., Matthiesen, T. and Tschardtke, T. 2010. Landscape-moderated importance of hedges in conserving farmland bird diversity of organic vs. conventional croplands and grasslands. *Biological Conservation* 143:2020–2027.
- Bathel, P.H. and Dougalis, P. 2008. *New Holland European Bird Guide*. New Holland Publishers, London.
- Baur, B., Zschokke, S., Coray, A., Schlapfer, M. and Erhardt, A. 2002. Habitat characteristics of the endangered flightless beetle *Dorcadion fuliginator* (Coleoptera: Cerambycidae): implications for conservation. *Biological Conservation* 105: 133-142.
- Beecher, N.A., Johnson, R.J., Brandle, J.R., Case, R.M. and Young, L.J. 2002. Agroecology of birds in organic and nonorganic farmland. *Conservation Biology* 16:1620–1631.
- Bekele, A. and Hudnall, W.H. 2006. Spatial variability of soil chemical properties of a prairie-forest transition in Louisiana. *Plant and Soil* 280:7–21.
- Belfrage, K., Bjorklund, J. and Salomonsson, L. 2005. The effects of farm size and organic farming on diversity of birds, pollinators, and plants in a Swedish landscape. *Ambio* 34: 582-588.
- Bengtsson, J., Ahnstrom, J., and Weibull, A. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 42: 261–69.
- Bergez, J.E., Dalziel, A.J.I., Duller, C., Eason, W.R., Hoppe, G. and Lavender, R.H. 1997. Light modification in a developing silvopastoral system in the UK: a quantitative analysis. *Agroforestry Systems* 37: 227-240.

- Bevacqua, R.F. and Mellano, V.J. 1993. Sewage sludge compost accumulative effects on crop growth and soil properties. *Compost Science and Utilization* 1: 34-37.
- Bezkorovainaya, I.N. and Yashikhin, G.I. 2003. Effects of soil hydrothermal conditions on the complexes of soil invertebrates in coniferous and deciduous forest cultures. *Russian Journal of Ecology* 34: 52–58.
- Bhadauria, T. and Saxena, K.G. 2010. Role of Earthworms in Soil Fertility Maintenance through the Production of Biogenic Structures. *Applied and Environmental Soil Science* 2010: 1- 7.
- Bhadauria, T., Kumar, P., Kumar, R., Maikhuri, R.K., Rao, K.S. and Saxena K.G. 2012. Earthworm populations in a traditional village landscape in Central Himalaya, India. *Applied Soil Ecology* 53:83-93.
- Bibby, C.J., Burgess, N.D and Hill, B.A. 1992. *Birds census techniques*. BTO, RSPB., Academic Press, London, pp 1-257.
- Bibby, C., Jones, M. and Marsden, S. 1998. *Expedition Field Techniques: Bird surveys*. Expedition Advisory Center, Royal Geographic Society, London, pp 1-142.
- Bignal, E.M. and McCracken, D.I. 1996. Low-intensity farming systems in the conservation of the countryside. *Journal of Applied Ecology* 33:413-424.
- Bielsa, I., Pons, X. and Bunce, B. 2005. Agricultural Abandonment in the North Eastern Iberian Peninsula: The Use of Basic Landscape Metrics to Support Planning. *Journal of Environmental Planning and Management* 48: 85-102.
- Bilalis, D., Efthimiadis, P. and Karagiannis, G. 2001. The phytotoxicity of various graminicides in Durum wheat in Greece. *Journal of Agronomy and Crop Science* 187: 121-126.
- Bilalis, D., Sidoras, N., Vavoulidou, E. and Konstantas, A. 2009. Earthworm populations as affected by crop practices on clay loam soil in a Mediterranean climate. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Plant Soil Science* 59: 440–446.
- BirdLife International. 2004a. *Biodiversity Indicator for Europe. Population trends of wild birds*. Communication/BirdLife International, RSPB, European Bird Census Council.
- Blakemore, R.J. 2008. *Cosmopolitan Earthworms (3rd Edition)*. VermEcology, Yokohama, Japan, pp 757.

- Blubaugh, C.K., Caceres, V.A., Kaplan, I., Larson, J., Sadof, C.S. and Richmond, D.S. 2011. Ground Beetle (Coleoptera: Carabidae) Phenology, Diversity, and Response to Weed Cover in a Turfgrass Ecosystem. *Environmental Entomology* 40:1093-1101.
- Bock, C.E., Jones, Z.F. and Bock, J.H. 2007. Relationships between Species richness, Evenness and abundance in a Southwestern Savanna. *Ecology* 88: 1322-1327.
- Bohac, J. 1999. Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 357-372.
- Bohlen, P.J., Edwards, W.M. and Edwards, C.A. 1995. Earthworm community structure and diversity in experimental agricultural watersheds in Northeastern Ohio. *Plant Soil* 170:233–239.
- Bohlen, P.J., Parmelee, R.W., McCartney, D.A. and Edwards, C.A. 1997. Earthworm effects on carbon and nitrogen dynamics of surface litter in corn agroecosystems. *Ecological Application* 7: 1341–1349.
- Bohlen, P.J., Groffman, P.M., Fahey, T.J., Fisk, M.C., Suarez, E., Pelletier, D.M. and Fahey, RT. 2004. Ecosystem consequences invasion of north temperate forests. *Ecosystems* 7:1-12.
- Bohlen, P.J., Scheu, S., Hale, C.M., McLean, M.A., Migge, S., Groffman, P.M. and Parkinson, D. 2004. Non-native invasive earthworms as agents of change in northern temperate forests. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2:427-435.
- Boone, R.B. and Krohn, W.B. 2000. Relationship between Avian Range Limits and Plant Transition Zones in Maine. *Journal of Biogeography* 27:471-482.
- Booth, B.D., Murphy, S.D. and Swanton, C.J. 2003. From seed to seedling. In: B.D. Booth, S.D. Murphy, and C.J. Swanton (Eds.) *Weed Ecology in Natural and Agricultural Ecosystems*. Cambridge, MA: CABI, pp 81–99.
- Bosch, X. 1999. International Food Committee agrees on organic food guidelines. *The Lancet* 354:314.
- Bouyoukos, G.J. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal* 43:344-438.
- Brady, N.C. and Weil, R.R. 2002. *The Nature and Properties of Soils*. Thirteenth Edition, Pearson Education Inc, USA, pp 823.
- Bremner, J.M. and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen. In: Page, A.L., Miller, R.M. and Keeney, D.R. (Eds.), *Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological*

- properties. Second edition. Agronomy Monograph Number 9. Agronomy Society of America, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp 595-624.
- Brown, G.G., Barois, I. and Lavelle, P. 2000. Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains. *European Journal of Soil Biology* 36:177-198.
- Brown, G.G., Edwards, C.A. and Brussard, L. 2004. How earthworms affect plant growth: burrowing into the mechanisms. In: C. Edwards (Eds.), *Earthworms Ecology*, CRC Press, Boca Raton, pp 13-49.
- Bugg, R.L. 1994. *Sustainable Agriculture/Technical Reviews* 6:11-13.
- Bruun, H.H. 2005. A field test of the relationship between habitat area and population size for five perennial plant species. *Web Ecology* 5: 1–5.
- Buguna Hoffmann, L. 2001. Agricultural functions and biodiversity: A European stakeholder approach to the CBD agricultural biodiversity work programme. ECNC Technical Report Series. Tilburg, European Centre for Nature Conservation.
- Bunce, R.G.H., Barr, C.J., Gillespie, M.K., Howard, D.C., Scott, W.A., Smart, S.M., van de Poll, H.M. and Watkins, J.W. 1999. *ECOFACT 1: Vegetation of the British countryside – the Countryside Vegetation System*. Centre for Ecology and Hydrology.
- Burgio, G. and Sommaggio, D. 2007. Syrphids as landscape bioindicators in Italian agroecosystems. *Agriculture Ecosystems and Environment* 120: 416 – 422.
- Burrows, W.H. 1993. Deforested in savannah context: problems and benefits for pastoralism. In: *Proceedings of the XVII International Grassland Congress*, Massey University, Palmerston North, New Zealand, 18–21 February 1993, pp 2223–2230.
- Butterfield, J. and Benitez Malvido, J. 1992. Effect of mixed-species tree planting on the distribution of soil invertebrates. In: Cannell, M.G.R., Malcolm, D.C. and Robertson, P.A. (Eds.), *The Ecology of Mixed-Species Stands of Trees*. Blackwell, London, pp 255–265.
- Butterfield, J. 1997. Caraboid community succession during the forestry cycle in conifer plantations. *Ecography* 20: 614–625.
- Bünemann, E.K., Schwenke, G.D. and Van Zwieten, L. 2006. Impact of agricultural inputs on soil organisms-a review. *Australian Journal of Soil Research* 44: 379-406.
- Böhling, N. Greuter, W. and Raus, Th. 2002. Zeigerwerte der Gefäßpflanzen der Südägäis (Griechenland) (Indicator values of the vascular plants in the Southern Aegean Greece), *Camerino Braun-Blanquetia*, pp108.

- Cameron, A.C. and Windmeijer, F.A.G. 1997. An R-squared measure of goodness of fit for some common nonlinear regression models. *J. Econom.* 77: 329–342.
- Call, C.A and Roundy, B.A. 1991. Perspectives and processes in revegetation of arid and semiarid rangelands. *Journal of Range management*, pp 543.
- Cárcamo, H.A., Niemala, J.K. and Spence, J.R. 1995. Farming and ground beetles: effects of agronomic practice on populations and community structure. *Canadian Entomologist* 127:123–40.
- Cárdenas, M., Ruano, F., García, P., Pascual, F. and Campos, M. 2006. Impact of agricultural management on spider populations in the canopy of olive trees. *Biological Control* 38: 188–195.
- Carey, P.L., Benge, J.R. and Haynes, R.J. 2009. Comparison of soil quality and nutrient budgets between organic and conventional kiwifruit orchards. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 132: 7–15.
- CartaGena, M. C. and Galante, E. 2002. Loss of Iberian island tenebrionid beetles and conservation management recommendations. *J. Insect. Conserv.* 6:73-81.
- Castro, J., Campos, P. and Pastor, M. 1996. Influencia de los sistemas de cultivo empleados en olivar y girasol sobre la composición de la fauna de artrópodos en el suelo.- *Boletín Sanidad Vegetal, Plagas* 22: 557-570.
- Castro, H., Lehsten, V., Lavorel, S. and Freitas, H. 2010. Functional response traits in relation to land use change in the Montado. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 137: 1-2.
- Chamberlain, D.E., Wilson, J.D., Fuller, R.J., 1999. A comparison of bird populations on organic and conventional farm systems in southern Britain. *Biological Conservation* 88:307–320.
- Chapman, S.B. 1976. Production ecology and nutrient budgets. In: Chapman, S.B. (Eds.), *Methods in plant Ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp 157-228.
- Chesson, P. 2000. Mechanisms of maintenance of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31: 343-366.
- Chettri, N., Chandra Deb, D., Sharma, E. and Jackson, R. 2005. The Relationship Between Bird Communities and Habitat. A Study Along a Trekking Corridor in the Sikkim Himalaya. *Mountain Research and Development* 25: 235–24.
- Chinery, M. 2000. *Collins guide to the insects of Britain and Western Europe*. Harper Collins Publishers, London.

- Chiverton, P.A. and Sotherton, N.W. 1991. The effects on beneficial arthropods of exclusion of herbicides from cereal crop edges. *Journal of Applied Ecology* 28:1027–1039.
- Christian, E. and Zicsi, A. 1999. Ein synoptischer Bestimmungsschlüssel der Regenwürmer Österreichs (Oligochaeta: Lumbricidae). – *Die Bodenkultur, Austrian Journal of Agricultural Research* 50: 121-131
- Clough, Y., Kruess, A. and Tschardt, T. 2007. Organic versus conventional arable farming systems: functional grouping helps understand staphylinid response. *Agriculture Ecosystem and Environment* 118:285– 290.
- Cody, M. 1975. Towards a theory of continental species diversities. In: Cody, M. and M. Diamond (Eds.), *Ecology and Evolution of Communities*. Belknap, pp 214-157.
- Cole, E.C. and Newton, M. 1986. Nutrient, moisture, and light relations in 5 years old Douglas fir plantations under variable competition. *Canadian Journal of Forest Research* 16: 727-732.
- Cook, A.R., Posner, J.L. and Baldock, J. O. 2007. Effects of Dairy Manure and Weed Management on Weed Communities in Corn on Wisconsin Cash-grain Farms. *Weed Technology* 21: 389-395.
- Correia, T.P. 1993. Land abandonment: Changes in the land use patterns around the Mediterranean basin. In: *Etat de l' Agriculture en Méditerranée. Les sols dans la région méditerranéenne: utilisation, gestion et perspectives d' evolution*, Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, Cahiers Options Méditerranéennes 1: 97-112.
- Cortez, J. and Hameed, R. 2001. Simultaneous effects of plants and earthworms on mineralization of ¹⁵N-labelled organic compounds absorbed onto soil size fractions. *Biology and Fertility of Soils* 33: 218-225.
- Cotes, B., Castro, J., Cárdenas, M. and Campos, M. 2009. Responses of epigeal beetles to the removal of weed cover crops in organic olive orchards. *Bulletin of Insectology* 62: 47-52.
- Cotes, B., Ruano, F., Garcia, P.A., Pascual, F. and Campos, M. 2009. Coccinellid morphospecies as an alternative method for differentiating management regimes in olive orchards. *Ecological Indicators* 9: 548-555.
- Cotes, B., Campos, M., Pascual, F., García P. A. and Ruano, F. 2010. Comparing taxonomic levels of epigeal insects under different farming systems in Andalusian olive agroecosystems.. *Applied Soil Ecology* 44: 228–236.

- Cowling, R.M., Rundel, P.W., Lamont, B.B., Arroyo, M.K. and Arianoutsou, M. 1996. Plant diversity in Mediterranean-climate regions. *Tree* 11: 362–366.
- Crooks, K., Suarez, A. and Bolger, D. 2004. Avian assemblages along a gradient of urbanization in a highly fragmented landscape. *Biological Conservation* 115: 451-462.
- Csonka, D., Halasy, K., Mrak, P., Štrus, J. and Hornung, E. 2011. Eco-morphological comparison of three armadillidium Species (crustacea: oniscidea). Proceedings of the 8th International Symposium of Terrestrial Isopod Biology ISTIB, Bled, Slovenia, pp.45-46.
- Csuzdi, Cs. and Zicsi, A. 2003. Earthworms of Hungary (Annelida: Oligochaeta; Lumbricidae). Hungarian Natural History Museum Budapest, pp 271.
- Csuzdi, Cs. and Pavlicek, T. 2005. Earthworms from Israel II. Remarks on the genus *Perelia* Easton, 1983 with descriptions of a new genus and two new species. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 51: 75-96.
- Currie, D.J., Mittelbach, G.G., Cornell, H.V., Field, R., Guégan, J.F., Hawkins, B.A., Kaufman, D.M., Kerr, J.T., Oberdorff, T., O'Brien, E. and Turner, J.R.G. 2004. Predictions and tests of climate-based hypotheses of broad-scale variation in taxonomic richness. *Ecology Letters* 7:1121–1134.
- Curry, J. P. 1998. Factor effecting earthworm abundance in soils. In: Edwards, C. A. (Ed.), *Earthworm Ecology*. Lucie Press, Florida. pp 37-64.
- Curry, J.P., Byrne, D. and Schmidt, O. 2000. Intensive cultivation can drastically reduce earthworm populations in arable land. *European Journal of Soil Biology* 38:127-130.
- Dabrowska-Prot, E. 1999. Effects of spruce forest degradation on abundance and diversity of the biocenoses. Research synthesis. *Polish Journal of Ecology* 47: 465-476.
- Danell, K. and Huss-Danell, K., 1985. Feeding by insects and hares on birches earlier affected by moose browsing. *Oikos* 44:75–81.
- Davari, M.R., Ram M., Tewari J.C. and Kaushish, S. 2010. *International Journal of Agronomy and Plant Production* 1:11-23.
- David, J.F, Devernay, S., Loucougaray, G. and Le Floc'h, E. 1999. Belowground biodiversity in a Mediterranean landscape: relationships between saprophagous macroarthropod communities and vegetation structure. *Biodiversity and Conservation* 8: 753-767.
- Davis, AS. and Raghu, S. 2010. Weighing abiotic and biotic influences on seed predation. *Weed Research* 50:402–412.

- Dawson, D. 1981. Counting birds for a relative measure (index) of density. *Studies in Avian Biology* 6: 12-16.
- De Chazal, J., Quetier, F., Lavorel, S. and Van Doorn, A. 2008. Including multiple differing stakeholder values into vulnerability assessments of socio-ecological systems. *Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions* 18: 508–520.
- De Graaff, J. and Eppink, L.A.A.J. 1999. Olive oil production and soil conservation in Southern Spain in relation to EU subsidy policies. *Land Use Policy* 16: 259-267.
- Decaëns, T., Jiménez, J.J. 2002. Earthworm communities under an agricultural intensification gradient in Colombia. *Plant Soil* 240: 133–143.
- Delbaere, B. 2002. The Impact of Agricultural Policies on Biological Diversity and Landscape. Background report to the High-Level European Conference on Agriculture and Biodiversity, 5-7 June, Paris, STRA- Council of Europe/UNEP.
- Del Fabro, A. 2009. Η ελιά, ποικιλίες, καλλιέργεια, προϊόντα. Εκδόσεις Ψύχαλος, Αθήνα. σελ. 1-103.
- Del Hoyo, J. Elliott, A. and Christie, D. 2006. Handbook of the Birds of the World. Old World Flycatchers to Old World Warblers. Lynx Edicions, Barcelona.
- De los Santos, A. 1983. Biología y ecología de dos comunidades mediterráneas de coleópteros de superficie. PhD Thesis. Murcia, University of Murcia.
- Descroix, L., Viramontes, D., Vauclin, M., Gonzales Barrios, J.Ll. and Esteves, M. 2001. Influence of soil surface features and vegetation on runoff and erosion in the Western Sierra Madre. *Catena* 43: 115-135.
- Deveikyte, I., Kadziulienė, Z. and Sarunaite, L. 2009. Weed suppression ability of spring cereal crops and peas in pure and mixed stands. *Agronomy Research* 7: 239–244
- Di Castri, F. 1973. Climatographical comparisons between Chile and the western coast of North America. In: Di Castri F. and Mooney H.A., (Eds), *Mediterranean Type Ecosystems, Origin and Structure*. Springer-Verlag, Berlin, pp 21-36.
- Di Castri, F., 1981. Mediterranean type shrublands of the world. In: di Castri, F., Goodall, D.W. and Sprecht, R.L. (Eds.), *Mediterranean type shrublands*, Elsevier: 1–52.
- Di Castri, F. 1981. Mediterranean-type shrub lands of the world. Elsevier Scientific Publishing Company, pp 1-52.
- Di, H.J. and Cameron K.C. 2002. Nitrate leaching in temperate agroecosystems: sources, factors and mitigating strategies. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 46: 237-256.
- Diercks, R. 1986. Alternativen im Landbau. Ulmer Verlag, Stuttgart, pp 1- 379.

- Dombois, D.M. and Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons Publisher, New York, Sydney, Toronto, pp 1-547.
- Domont, P. and Montelle, E. 2003. Histoire d'arbres: des sciences aux contes. Delachaux et Niestle', Paris, pp 1-256.
- Doran, J.D. and Werner, M.R. 1990. Management and soil biology. In: Francis, C.A., C.B. Flora and L.D. King (Eds.), Sustainable Agriculture in Temperate Regions. Wiley, New York, pp 205-230.
- Doran, J.W. and Parkin, T.B. 1996. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In J.W. Doran and A.J. Jones, eds. Methods for Assessing Soil Quality. SSSA, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Doran, J.W. and Safley, M. 1997. Defining and assessing soil health and sustainable productivity. In: Pankhurst, C.E., Doube, B.M., Gupta, V.V.S.R. (Eds.), Biological indicators of soil health. CAB International, New York, pp 1–28.
- Duelli, P., Obrist, M.K. and Schmatz, D.R. 1999. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insects. *Agriculture Ecosystems and Environment* 74:33-64.
- Döring, T.F. and Kromp, B. 2003. Which carabid species benefit from organic agriculture? A review of comparative studies in winter cereals from Germany and Switzerland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 153-161.
- Edwards, A.C. 2004. *Earthworm Ecology*. Chapman and Hall Publisher, Boca Raton, London, pp 1-441.
- Edwards, C.A. 2004. *Earthworm Ecology*. 2nd ed., Florida: CRC Press.
- Eggleton, P., Inward, K., Smith, J., Jones, D.T. and Sherlock, E. 2009. A six year study of earthworm (Lumbricidae) populations in pasture woodland in southern England shows their responses to soil temperature and soil moisture. *Soil Biology and Biochemistry* 41:1857–1865.
- Eghball, B. 2002. Soil properties as influenced by phosphorus and nitrogen based manure and compost applications. *Agronomy Journal* 94: 128-135.
- Eghball, B., Wienhold, B.J., Woodbury, B.L. and Eigenberg, R.A. 2005. Plant availability of phosphorus in swine slurry and cattle feedlot manure. *Agronomy Journal* 97: 542-548.
- Ekman, J. 1986. Tree use and predator vulnerability of wintering passerines. – *Ornis Scand.* 17: 261–267.

- Ellenberg, H. 1974-1992. Indicator Values of vascular plants in Central Europe. Scripta Geobotanica IX. By Verlag Erich Goltze KG,D-3400 Goettingen Orig.Title: Zeigerwewret der Gefaesspflanzen Mitteleuropas.
- Ellsbury, M.M., Powell, J.E., Forcella, F., Woodson, W.D., Clay, S.A. and Riedell, W.E. 1998. Diversity and dominant species of ground beetle assemblages (Coleoptera: Carabidae) in crop rotation and chemical input systems for the Northern Great Plains. *Annals of the Entomological Society of America* 91: 619–25.
- Ellu, G. and Obua, J. 2005. Tree condition and natural regeneration in disturbed sites of Bwindi Impenetrable forest national park, southwestern Uganda. *Tropical Ecology* 46: 99-111.
- El-Zanaty, R.I.A., Abdel-Hafez, A.A., Abdel-Gawad, K.I., El-Morsy, M.H.M. and Abusaief, H.M.A. 2010. Effect of location and growth season on the productivity and quality of some range plants in Wadi Halazien in the North Western Coast in Egypt. *Nature and science* 2010:8.
- Erwin, T.L. 1982. Tropical forests, their richness in coleoptera and other arthropods species. *Coleopterist's Bulletin* 36:74-75.
- Eswaran, H., Lal R. and Reich, P.F. 2001. Land degradation: an overview. In: Bridges, E.M., I.D. Hannam, L.R. Oldeman, F.W.T. Pening de Vries, S.J. Scherr, and S. Sompatpanit (eds.). *Responses to Land Degradation*. Proc. 2nd. International Conference on Land Degradation and Desertification, Khon Kaen, Thailand. Oxford Press, New Delhi, India.
- European Community. 1982. DG XI/128/82. EEC Directive 79/831. Methods for determination of ecotoxicity. Level I. C(II)4: Toxicity of earthworms. Artificial soil test. Brussels.
- European Environmental Agency [EEA]. 2004. High nature value farmland. Characteristics, trends and policy challenges, EEA Reports. No 1/2004. Copenhagen. Available at: reports.eea.eu.int/report_2004_1.
- Fahy, O. and Gormally, M. 1998. A comparison of plant and carabid beetle communities in an Irish oak woodland with a nearby conifer plantation and clearfelled site. *Forest Ecology and Management* 110: 263-273.
- Farina, A. 1995. Distribution and dynamics of birds in a rural sub-Mediterranean landscape. *Landscape and Urban Planning* 31:269-280.

- Farina, A. 1997. Landscape structure and breeding bird distribution in a sub-Mediterranean agro-ecosystem. *Landscape Ecology* 12: 365-378.
- Farina, A. 1998. *Principles and Methods in Landscape Ecology*. Chapman and Hall Publisher, London pp 1- 235.
- Farkas, S., Hornung, E., Fischer, E., 1996. Toxicity of copper to *Procellio scaber* Latr. Isopoda under different nutritional status. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 57: 582–588.
- Fattahi, B. and Reza Ildoromi, A. 2011. Effect of Some Environmental Factors on Plant Species Diversity in the Mountainous Grasslands (Case Study: Hamedan - Iran). *International Journal of Natural Resources and Marine Sciences* 1: 45-52.
- Fausey, N.R., Lal, R. and Mahboubi, A.A. 1994. Long-term tillage and rotation effects on properties of a central Ohio soil. *Soil Science Society of America Journal* 58: 517-522.
- Fauvel, G. 1999. Diversity of Heteroptera in agroecosystems: role of sustainability and bioindication. *Agriculture Ecosystems and Environment* 74: 275-303.
- Fayed, T.A. 2010. Response of Four Olive Cultivars to Common Organic Manures in Libya. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 8: 275-291.
- Fibl. 2012. Organic (including in-conversion) area in Europe 2000-2010.
- Field, R.H., Benke, S., Badonyi, K. and Bradbury, R.B. 2007. Influence of conservation tillage on winter bird use of arable fields in Hungary. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 120: 399–404.
- Filippi-Codaccioni, O., Jean, C. and Romain, J. 2009. Effects of organic and soil conservation management on specialist bird species. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 129:140–143.
- Flohre, A., Rudnick, M., Traser, G., Tschardtke, T. and Eggers, T. 2011. Does soil biota benefit from organic farming in complex vs. simple landscapes? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 141:210-214.
- Fischer, P., Bach, M. and Frede, H.G. 1997. Pflanzenschutzmittel-Bilanzierung in einer Teichkläranlage. *Korrespondenz Abwasser* 44:676-686.
- Fooks, R. 1998. Το βιβλίο της ελιάς. Εκδόσεις Ψυχαλού. Αθήνα, σελ. 1- 207.
- Fraj, M., Cheikhrouha, F.C. and Grosset, C.S. 2010. Terrestrial isopods diversity related to irrigation and agricultural Practices in north-east of Tunisia. *Anadolu Tarim Bilim. Derg.* 25:217-223.

- Francis, C.F. and Thornes, J.B. 1990. Runoff hydrographs from three Mediterranean vegetation cover types. In: Thornes, J.B. (Eds.), *Vegetation and Erosion-Processes and Environments*. John Willey.
- Freemark, K.E. and Kirk, D.A. 2001. Birds on organic and conventional farms in Ontario: partitioning effects of habitat and practices on species composition and abundance. *Biological Conservation* 101:337–350.
- Fründ, H.C., Graefe, U. and Tischer, S. 2011. Earthworms as Bioindicators of Soil Quality. *Biology of earthworms* 24:261-278.
- Fuller, R.J., Norton, L.R., Feber, R.E., Johnson, P.J., Chamberlain, D.E., Joys, A.C., Mathews, F., Stuart, R.C., Townsend, M.C., Manley, W.J., Wolfe, M.S., Macdonald, D.W. and Firbank, L.G. 2005. Benefits of organic farming to biodiversity vary among taxa. *Biology Letter* 1:431–434.
- Funayama, K. 2011. Influence of pest control pressure on occurrence of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in apple orchards. *Applied Entomology and Zoology* 46:103–110.
- Furness, R.W. and Greenwood, J.J.D. 1993. *Birds as monitors of environmental change*. Chapman and Hall Publisher, London, pp 1-356.
- Gabriel, D., Roschewitz, I., Tscharnke, T. and Thies, C. 2006. Beta diversity at different spatial scales: plant communities in organic and conventional agriculture. *Ecological Applications* 16: 2011–2021.
- Gaëtan du Chatenet. 1990. *Guide des coléoptères d'europé*. Dela Chaux & Niestlé.
- Gago, P., Cabaleiro, C. and Garcí'a, J. 2007. Preliminary study of the effect of soil management system on the adventitious flora of a vineyard in northwestern Spain. *Crop Protection* 26:584–591.
- Gaigher, R. and Samways, M.J. 2010. Surface-active arthropods in organic vineyards, integrated vineyards and natural habitat in the Cape Floristic Region. *Journal of Insect Conservation* 14:595–605.
- Gál, J., Markiewicz Patkowska, J., Hursthouse, A. and Tatner, P. 2008. Metal uptake by woodlice in urban soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 69:139–149.
- García, H., Tarrasón, D., Mayol, M., Male-Bascompte, N. and Riba, M. 2007. Patterns of variability in soil properties and vegetation cover following abandonment of olive groves in Catalonia (NE Spain). *Acta oecologica* 31: 316-324.

- García Torres, L., Pena-Barragán, J.M., López-Granaos F., Jurado-Expósito, M. and Fernández-Esscobar, R. 2008. Automatic assessment of agro-environmental indicators from remotely sensed images of tree orchards and its evaluation using olive plantations. *Computers and electronics in agriculture* 61:179-191.
- Gardner, S.M., Hartley, S.E., Davies, A. and Palmer, S.C.F. 1997. Carabid communities on heather moorlands in northeast Scotland: The consequences of grazing pressure for community diversity. *Biological Conservation* 81: 275-286.
- Garz, J., Scharf, H., Stumpe, H., Scherer H.W. and Schliephake, W. 1993. Effect of potassium fertilization on some chemical soil properties in a long term trial on sandy loess. *Potash Review* 3: 1-12.
- Gastine, A., Scherer-Lorenzen, M. and Leadley, P.W. 2003. No consistent effects of plant diversity on root biomass, soil biota and soil abiotic conditions in temperate grassland communities. *Applied soil ecology* 24: 101-111.
- Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W.W., Emmerson, M., Morales, M.B., Ceryngier, P., Liira, J., Tscharrntke, T., Winqvist, C., Eggers, S., Bommarco, R., Part, T., Bretagnolle, V., Plantegenest, M., Clement, L.W., Dennis, C., Palmer, C., Ónate, J.J., Guerrero, I., Hawro, V., Aavik, T., Thies, C., Flohre, A., Hanke, S., Fischer, C., Goedhart, P.W. and Inchausti, P. 2010. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology* 11:97–105.
- Genghini, M., Gellini, S. and Gustin, M., 2006. Organic and integrated agriculture: the effects on bird communities in orchard farms in northern Italy. *Biodiversity and Conservation* 15: 3077–3094.
- Gerhardt, R.A. 1997. A comparative analysis of the effects of organic and conventional farming systems on soil structure. *Biological Agriculture and Horticulture* 14: 139–157.
- Gibbons, B. 1995. *Field Guide to insects of Britain and Northern Europe* pp. 1-320.
- Gibson, R.H., Pearce S., Morris, R.J., Symondson, W.O.C. and Memmott, J. 2007. *Journal of Applied Ecology* 44: 792-803.
- Giglio, A., Giulianini, P.G., Zetto, T. and Talarico, F. 2011. Effects of the pesticide dimethoate on a non-target generalist carabid, *Pterostichus melas italicus* (Dejean, 1828) (Coleoptera: Carabidae) *Italian Journal of Zoology* 78: 471–477.

- Godet, J.P., Demuynck, S., Waterlot, C., Lemi re, S., Souty-Grosset, C., Scheifler, R., Douay, F., Lepr tre, A. and Pruvot, C. 2011. Growth and metal accumulation in *Porcellioscaber* exposed to poplar litter from Cd-,Pb-, and Zn-contaminated sites. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 74: 451–458.
- Goldberg, D.E. and Miller, T.E. 1990. Effects of different resource additions on species diversity in an annual plant community. *Ecology* 71: 213-225.
- Goldstein, E.L., Gross, M. and DeGraaf R.M. 1986. Breeding birds and vegetation: a quantitative assessment. *Urban Ecology* 9:377-385.
- Gómez-Casero, M.T., López-Granados F., Pena-Barrag n, Jurado-Exp sito, M. and García-Torres, L. 2007. Assessing Nitrogen and Potassium Deficiencies in Olive Orchards through Discriminant Analysis of Hyperspectral Data. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 132:611-618.
- Gomiero, T., Pimentel, D. and Paoletti, M.G. 2011. Environmental impact of different agricultural management practices: conventional vs. organic agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences* 30:95–124.
- Gonçalves, M.F. and Pereira, J.A. 2012. Abundance and diversity of soil arthropods in the olive grove ecosystem. *Journal of Insect Science* 12:20.
- González, F., Rodríguez, E., Fernández, F., Civantos, M. and Campos, M. 2004. Influencia del manejo del suelo en las poblaciones de artr podos en el cultivo del olivo. III Jornadas T cnicas del Aceite de Oliva.- INIA, Madrid, Spain.
- González-Megías, A., Gómez J.M. and Sánchez-Pi nero, F. 2008. Factors determining beetle richness and composition along an altitudinal gradient in the high mountains of the Sierra Nevada National Park (Spain). *Ecoscience* 15:429-441.
- Gooder, J. 1982. *Collins British Birds*. William Collins Sons and Co Ltd, London.
- Gosler, A. and Clement, P. 2007. Family Paridae (Tits and Chickadees). In: del Hoyo, J., Elliot, A. and Christie, D. *Handbook of the Birds of the World. Picathartes to Tits and chickadees*. Barcelona:Lynx Edicions 12:662-709.
- Gosling, M. and Shepherd, M. 2005. Long-term changes in soil fertility in organic arable farming systems in England, with particular reference to phosphorus and potassium. *Agriculture Ecosystems and Environment* 105: 425-432.
- Gough, L., Shaver, G.R., Carroll, J., Rozer, D.L. and Laundre, J.A., 2000. Vascular plant species richness in Alaskan arctic tundra: the importance of soil pH. *J. Ecol.* 88:54–66.

- Graf, O. 1955. Die Regenwürmer Deutschlands. Schriftreihe der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig Volkenrode. Heft 7. Verlag M.u. H Schaper, Hannover.
- Grant, W.C. 1955. Studies on moisture relationships in earthworms. *Ecology* 36: 400-7.
- Greene, C. 2000. US organic agriculture gaining ground, *Agricultural Outlook*: 270: 9-14.
- Greenfield, M. 2004. Organic centre releases report documenting public health benefits of organic food, www.theorganiccenter.com.
- Greig-Smith, P.W., Becker, H., Edwards, P.J. and Heimbach, F. 1992. *Ecotoxicology of Earthworms*. Intercept Ltd, Andover, Hants, UK, pp 1-269.
- Greuter, W. 1991. Botanical diversity, endemism, rarity, and extinction in the Mediterranean area: an analysis based on the published volumes of *Med-Checklist*. *Bot. Chron.* 10: 63-79.
- Grove, A.O. and Rackham, O. 2001. *The Nature of Mediterranean Europe, An Ecological History*. Yale University Press.
- Gupta, A., Joshi S.P. and Manhas, R.K. 2008. Multivariate analysis of diversity and composition of weed communities of wheat fields in Doon Valley, India. *Tropical Ecology* 49: 103-112.
- Guy, B.T., Dickinson, W.T. and Rudra, R.P. 1987. The roles of rainfall and runoff in the sediment transport capacity of interill flow. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 30: 1378-1386.
- Guzmán, G.I. and Alonso, A.M. 2008. A comparison of energy use in conventional and organic olive oil production in Spain. *Agricultural Systems*.
- Haberl, H., Plutzer, C., Erb, C.H., Gaube, V., Pollheimer, M. and Schulz, N.B. 2005. Human appropriation of net primary production as determinant of avifauna diversity in Austria. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 110: 119-131.
- Hadjicharalampous, E., Kalburtji, K.L., Mamolos, A.P. 2002. Soil arthropods (Coleoptera, Isopoda) in organic and conventional agroecosystems. *Journal of Environmental Management* 29:683– 690.
- Haigh, M.J. 1980. Ruderal communities in English cities. *Urban Ecology* 4: 329-338.
- Hall, C.M., Rhind, S.M. and Wilson, M. G. 2009. The potential for use of gastropod molluscs as bioindicators of endocrine disrupting compounds in the terrestrial environment. *Journal of Environmental Monitoring* 11: 491–497.
- Halme, E. and Niemelä, J. 1993. Carabid beetles in fragments of coniferous forest. *Annales Zoologici Fennici* 30:17–30.

- Handrinos, G. and Akriotis, T. 1997. *The Birds of Greece*. Christopher Helm Ltd, London.
- Hansen, B., Alrøe, H.F. and Kristensen, E.S. 2001. Approaches to assess the environmental impact of organic farming with particular regard to Denmark. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 83: 11–26.
- Harde, K.W. 1984. *Beetles*. Octopus books, England, pp 334.
- Hartmann, H.T. 1958. Some responses of the olive to nitrogen fertilizers. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 72: 257–266.
- Hassall, M., Turner, J.G. and Rands, M.R.W. 1987. Effects of terrestrial isopods on the decomposition of woodland leaf litter. *Oecologia* 72:597–604.
- Hassall, M. 1996. Spatial variation in favour ability of a grass heath as a habitat for woodlice (Isopoda: Oniscidea). *Pedobiol.* 40: 514-528.
- Hathaway-Jenkins, L.J., Sakrabani, R., Pearce, B., Whitmore, A. P. and Godwin, R. J. 2011. A comparison of soil and water properties in organic and conventional farming systems in England. *Soil Use and Management* 27: 133–142.
- Hawke, M.F. 1991. Pasture production and animal performance under pine agroforestry in New Zealand. *Forest Ecology and Management* 45:109-118.
- Hawkins, B.A., Field, R., Cornell, H.V., Currie, D.J., Guégan, J-F., Kaufman, D.M., Kerr, J.R., Mittelbach, C.G., Oberdorff, T., O'Brien, E.M., Porter, E.E. and Turner, J.R.G. 2003. Energy, water, and broadscale geographic patterns of species richness. *Ecology* 84:3105–3117.
- Heady, H.F., Gibbens, R.P. and Powell, R.W. 1959. A comparison of the charting line intercept and line point methods of sampling shrub types of vegetations. *Journal of Range Management* 12:180-186.
- Hedlund, K., Regina, I.S., Van Der Putten, W.H., Leps, J., Diaz, T., Korthals, G.W., Lavorel, S., Brown, V.K., Gormsen, D., Mortimer, S.R., Barrueco, C.R., Roy, J., Smilauer, P., Smilauerova, M. and Van Dijk, C. 2003. Plant species diversity, plant biomass and responses of the soil community on abandoned land across Europe: idiosyncrasy or above-belowground time lags. *Oikos* 103: 45-58.
- Hegazi, E.S., El-Sonbaty, M.R, Eissa, M.A. and El-Sharony, T.F.A. 2007. Effect of organic and bio-fertilization on vegetative and flowering of Picual olive trees. *World J. Agric. Sci.* 3: 210-217.

- Helmke, P.A., Robarge, W.P., Korotev, R.L. and Schomberg, P.J. 1979. Effects of soil-applied sewage sludge on concentrations of elements in earthworms. *Journal of Environmental Quality* 8: 322-7.
- Henderson, I.G., Ravenscroft, N., Smith, G. and Holloway, S. 2009. Effects of crop diversification and low pesticide inputs on bird populations on arable land. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 129:149–156.
- Hendrickx, F., Maelfait, J.P. and Wingerden, W.V. 2007. How landscape structure, land-use intensity and habitat diversity affect components of total arthropod diversity in agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology* 44:340 – 351.
- Hendrix, P.F., Mueller, P.R., Bruce, R.R., Langdale, G.W. and Parmelee, R.W. 1992. Abundance and distribution of earthworms in relation to landscape factors on the Georgia Piedmont USA. *Soil Biology and Biochemistry* 24:1357–1361.
- Herrando, S., Brotons, L. and Llacuna, S. 2003. Does fire increase the spatial heterogeneity of bird communities in Mediterranean landscapes? *Ibis* 145: 307- 317.
- Heydemann, B. 1955. Carabiden der Kulturfelder als Ökologisches Indikatoren. *Ber. 7. Wanderversamm. Deut. Entomol.* XX:172-185.
- Hill, D. 1975. *Agricultural insects pests of the tropics and their control.* Cambridge University Press.
- Hinsley, S.A. and Bellamy, P.E. 2004. The influence of hedge structure and landscape context on the value of hedgerows to birds: a review. *Journal of Environmental Management* 60:33–49.
- Hiroshi, I., Kosuke, H. and Kohei, K. 2005. Biotic and Abiotic Factors Affecting the Structures of Ground Invertebrate Communities in Japanese Cedar Dominant Forest. *Eurasian Journal of Forest Research* 8: 1-13.
- Hokkanen, H. and Holopainen, J.K. 1986. Carabid species and activity densities in biologically and conventionally managed cabbage fields. *Journal of Applied Entomology* 102: 353-363.
- Holden, P. and Sharrock, J.T.R. 2002. *The RSPB Guide to British Birds.* Pan Macmillan, London.
- Hole, D.G., Perkins, A.J., Wilson, J.D., Alexander, I.H., Grice, P.V. and Evans, A.D. 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation* 122: 113-130.

- Holland, J.M. and Luff, M.L. 2000. The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. *Integrated Pest Management Reviews* 5: 109–129.
- Holland, J. M., Hutchison, M. A. S., Smith, B. and Aebischer, N. J. 2006. A review of invertebrates and seed-bearing plants as food for farmland birds in Europe. *Annals of Applied Biology* 148: 49–71.
- Holland, J.M., Smith, B.M., Birkett T.C. and Southway, S. 2012. Farmland bird invertebrate food provision in arable crops. *Annals of Applied Biology* 160:66–75.
- Honěk, A. 1988. The effect of crop density and microclimate on pitfall trap catches of Carabidae, Staphylinidae (Coleoptera), and Lycosidae (Araneae) in cereal fields. *Pedobiologia* 32:233-242.
- Honěk, A. and Martinkova, Z. 1991. Competition between maize and barnyard grass *Echinochloa crusgalli*, and its effect on aphids and their predators. *Acta Oecologica* 12:741-751.
- Honek, A., Martinkova, Z. and Jarosik, V. 2003. Ground beetles (Carabidae) as seed predators. *European Journal of Entomology* 100: 531-544.
- Honer, D. and Greuter, W. 1988. Plant population dynamics and species turnover on small islands near Karpathos (South Aegean, Greece). *Vegetatio* 77: 29-13.
- Hoogmoed, W.B., 1999. Tillage for soil and water conservation in the semi-arid tropics. *Tropical Resource Management Paper* 24. Wageningen University, Wageningen.
- Hooper, D.U., Chapin, F.S., Ewel, J.J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J.H., Lodge, D.M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A.J., Vandermeer, J. and Wardle, D.A. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75: 3-35.
- Howell, J. 1987. *Soil and Nutrient Management – Soil Basics*. University of Massachusetts Extension. In: Δρακουλάκης Ε. 2009. Περιβαλλοντικό γίνεσθαι των ζιζανιοκτόνων τύπου τριαζινών. Τμήμα Χημείας. Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Hubbard, V.C., Jordan, D. and Stecker, J.A. 1999. Earthworm response to rotation and tillage in a Missouri claypan soil. *Biology and Fertility of Soils* 29: 343–347.
- Huber, R. 1994. Changes in plant species richness in a calcareous grassland following changes in environmental conditions. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 29: 469–482.
- Hund, L.E. and Wolf, L.C. 1974. Stability in relation to nutrient enrichment in arthropod consumers of old-field succession ecosystems. *Ecological Monographs* 44:465-82.

- Hunter, M.D., Adl, S., Pringle, C.M. and Coleman, D.C. 2003. Relative effects of macroinvertebrates and habitat on the chemistry of litter during decomposition. *Pedobiologia* 47:101–115.
- Hurlbert, S.H. 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52: 577–586.
- Huste, A., Selmi, S. and Boulinier, T. 2006. Bird communities in suburban patches near Paris: Determinants of local richness in a highly fragmented landscape. *Ecoscience* 13:249-257.
- Hutto, R., Pletschet, S. and Hendricks, P. 1986. A fixed-radius point count method for non breeding and breeding season use. *Auk* 103: 593-602.
- Hwang, J.B., Song S.B., Hong Y.K., Yun U.S., Park G.D. and Park, S.T. 2004. Analysis on Characteristics of Weed Flora in Arable Paddy and Upland Field Flooded. *Korean Journal Weed Science* 24: 245-252.
- Hyvönen, T. and Salonen, J. 2002. Weed species diversity and community composition in cropping practices at two intensity levels a six year experiment. *Plant Ecology* 159:73–81.
- Hyvönen, T., Ketoja, E., Salonen, J., Jalli, H. and Tiainen, J. 2003. Weed species diversity and community composition in organic and conventional cropping of spring cereals. *Agriculture Ecosystems and Environment* 97: 131-149.
- Hyvönen, T. 2007. Can conversion to organic farming restore the species composition of arable weed communities? *Biological Conservation* 137:328–390.
- IBM SPSS Statistics. Statistical Package for the Social Sciences (IBM SPSS Statistics) for Windows, release 19.0.0.1. Chicago: IBM SPSS Statistics; 2010.
- ICAP. 2001. Βιολογικές καλλιέργειες – Βιολογικά προϊόντα, Αθήνα.
- IFDC (International Fertilizer Development Center). 1979. Fertilizer manual. Muscle Shoals, Ala.,USA.
- Ikeda, H.R., Homma, K. and Kubota, K. Biotic and Abiotic Factors Affecting the Structures of Ground Invertebrate Communities in Japanese Cedar Dominant Forests. 2005. *Eurasian J. For. Res.* 8-1: 1-13.
- Inouye, R.S., Huntly, N.J. Tilman, D., Tester, J.R., Zinnel, K.C. and Stilwell, M. 1987. Succession on a Minnesota sand plain. *Ecology* 68:12-26.

- Inouye, R.S., Huntly, N.J., Tilman, D. and Tester, J.R. 1987. Pocket gophers (*Geomys bursarius*), vegetation, and soil nitrogen along a successional sere in east central Minnesota. *Oecologia* 72:178-184.
- Iordache, M. and Borza, I. 2010. Relation between chemical indices of soil and earthworm abundance under chemical fertilization. *Plant, Soil and Environment* 56: 401–407.
- Iordache, M. and Borza, I. 2010. The influence of some chemical indices of soils on earthworm abundance (*Oligochaeta:Lumbricidae*) in conditions of organic and mineral fertilization. *Lucrări Științifice* 53.
- Irmeler, U. 2010. Changes in earthworm populations during conversion from conventional to organic farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 135: 194-198.
- Jackson, W. 1978. Toward a sustainable agriculture. *Not Man Apart*, December pp 4-6.
- Jacquemyn, H., Brys, R. and Hermy, M. 2002. Patch occupancy, population size and reproductive success of a forest herb (*Primula elatior*) in a fragmented landscape. *Oecologia* 130: 617–625.
- Jactel, H., Brockerhoff, E.G. and Duelli, P. 2005. A test of the biodiversity-stability theory: meta-analysis of tree species diversity effects in insect pest infestations, and re-examination of responsible factors. In: Scherer-Lorenzen, M., Körner, C., Schulze, E.-D. (Eds.), *Forest diversity and function: temperate and boreal systems*. Berlin, Heidelberg: Springer pp 235–261.
- James, F.C. and Wamer, N.O. 1982. Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure. *Ecology* 63:159–171.
- James, S.E., Pärtel, M., Wilson, S.D. and Peltzer, D.A. 2003. Temporal heterogeneity of soil moisture in grassland and forest. *Journal of Ecology* 91: 234–239.
- Janssen, M. and Hamm, U. 2011. Consumer perception of different organic certification schemes in five European countries. *Organic Agriculture* 1:31-43.
- Jarecki, M.K. and Lal, R. 2003. Crop management for soil carbon sequestration. *Critical Reviews in Plant Sciences* 22: 471-502.
- Jetsch, F., Milton, S.J., Dean, W.R.J. and Rooyen, N.V. 1996. Trees spacing and co-existence in semi-arid savannas. *Journal of Ecology* 84:583–595.
- Jiao, Y., Whalen, J.K. and Hendershot, W.H. 2006. No-tillage and manure applications increase aggregation and improve nutrient retention in a sandy loam soil. *Geoderma* 134: 24-33.

- Jobin, B., Choiniere, L. and Belanger, L. 2001. Bird use of three types of field margins in relation to intensive agriculture in Quebec, Canada. *Agriculture Ecosystems and Environment* 84: 131-143.
- Jones, G.A., Sieving, K.E. and Jacobson, S.K. 2005. Avian diversity and functional insectivory on north-central Florida farmlands. *Conservation Biology* 19: 1234–1245.
- Kapellakis, I.E., Tsagarakis, K.P. and Crowther, J.C. 2008. Olive oil history, production and by-product management. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology* 7: 1–26.
- Karaca, A. 2011. *Biology of earthworms*. Springer Heidelberg Dordrecht, London, New York, pp 1-316.
- Karakosta, C.C. and Papanastasis, V.P. 2007. Changes in biomass in relation to shrub cover in semi-arid Mediterranean rangelands. In: A. De Vlieghe and L. Carlier, (Eds). *Permanent and Temporary Grassland. Plant Environment Economy*. 14th Symposium, Chent- Belgium, 3-5 September 2007. EGF, Vol., 12. *Grassland Science in Europe*, pp 122-125.
- Karley, A.J. and White, P.J. 2009. “Moving cationic minerals to edible tissues: potassium, magnesium, calcium”. *Current Opinion Plant Biology* 12: 291 -29.
- Karmegam, N. and Daniel, T. 2007. “Effect of physico-chemical parameters on earthworm abundance: a quantitative approach,” *Journal of Applied Sciences Research* 3:1369–1376.
- Kaspari, M., O’Donnell, S. and Kercher, J.R. 2000. Energy, abundance, and constraints to species richness: ant assemblages along a productivity gradient. *American Naturalist* 155: 280-293.
- Kati, V., Devillers, P., Dufrière, Legakis A., Vokou, D. and Lebrun, P. 2004. Testing the Value of Six Taxonomic Groups as Biodiversity Indicators at a Local Scale *Conservation Biology* 18:667-675.
- Keeley, J. E. 2003. Relating species abundance distributions to species-area curves in two Mediterranean-type shrublands. *Diversity and Distributions* 9:253-259.
- Keeney, D. R., and D. W. Nelson. 1982. Nitrogen: Inorganic forms. In: Page, A.L., Miller, R.M. and Keeney, D.R. (Eds.), *Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties*. Second edition. *Agronomy Monograph Number 9*. Agronomy Society of America, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp 167-179.

- Kent, M. and Coker, P. 1992. *Vegetation Description and Analysis, A Practical Approach*. John Wiley and Sons Publisher, NY, pp 167-169.
- Kight, S.L. 2009. Reproductive ecology of terrestrial isopods (Crustacea: Oniscidea). *Terrestrial Arthropod Reviews* 1: 95-110.
- Kinnell, P.I.A. 1990. The mechanics of raindrop induced flow transport. *Australian Journal of Soil Research* 28: 497-516.
- Kinnell, P.I.A. 1991. The effect of flow depth on sediment transport induced by raindrops impacting shallow flows. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 34: 161-168.
- Kirkham, F.W., Mountford, J.O. and Wilkins, R.J. 1996. The effects of nitrogen, potassium and phosphorus addition on the vegetation of a Somerset peat moor under cutting management. *Journal of Applied Ecology* 33: 1013–1029.
- Kleijn, D., Baquero, R.A., Clough, Y., Diaz, M., De Esteban, J., Fernandez, F., Gabriel, D., Herzog, F., Holzschuh, A., Johl, R., Knop, E., Kruess, A., Marshall, E.J.P., Steffan-Dewenter, I., Tschardtke, T., Verhulst, J., West, T.M. and Yela, J.L. 2006. Mixed biodiversity benefits of agri-environment schemes in five European countries. *Ecology Letters* 9:243–254.
- Knops, J.M.H. and Tilman, D. 2000. Dynamics of soil nitrogen and carbon accumulation for 61 years after agricultural abandonment. *Ecology* 81: 88–98.
- Koivula, M. and Niemelä, J. 2003. Gap felling as a forest harvesting method in boreal forests: responses of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae). *Ecography* 26:179–187.
- Koivula, M., Punntila, P., Haila, Y. and Nicnielii, J. 1999. Leaf litter and the small-scale distribution of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in the boreal forest. *Ecography* 22:424-435.
- Koricheva, J., Mulder, C.P.H., Schmid, B., Joshi, J. and Huss-Danell, K. 2000. Numerical responses of different trophic groups of invertebrates to manipulations of plant diversity in grasslands. *Oecologia* 125:271–282.
- Kosmas, C. 1995. Field site: Spata, Greece. MEDALUS II-Project 1, Basic Field Program, Final Report Covering the Period “1 January 1991 to 1 September 1995”.
- Kosmas, C., Danalatos, N.G. and Gerontidis, St. 2000. The effect of land parameters on vegetation performance and degree of erosion under Mediterranean conditions. *Catena* 40: 3–17.

- Kosmas, C., Gerontidis, St. and Marathianou, M. 2000. The effect of land use change on soils and vegetation over various lithological formations on Lesvos Greece. *Catena* 40: 51–68.
- Koulouri, M. and Giourga, Chr. 2007. Land abandonment and slope gradient as key factors of soil erosion in Mediterranean terraced lands. *Catena* 69: 274–281.
- Kovács-Hostyánszki, A., Batáry, P. and Báldi, A. 2011. Local and landscape effects on bee communities of Hungarian winter cereal fields. *Agricultural and Forest Entomology* 13:59-66.
- Kovács-Hostyánszki, A., Batáry, P., Báldi, A. and Harnos, A. 2011. Interaction of local and landscape features in the conservation of Hungarian arable weed diversity. *Applied Vegetation Science* 14:40-48.
- Kragten, S. and de Snoo, G.R. 2008. Field-breeding birds on organic and conventional arable farms in the Netherlands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 126: 270–274.
- Kragten, S., Tamis, W.L.M., Gertenaar, E. and Midcapramiro, S.M. 2011. Abundance of invertebrate prey for birds on organic and conventional arable farms in the Netherlands. *Bird Conservation International* 21:1–11.
- Krebs, J.R., Wilson, J.D., Bradbury, R.B. and Siriwardena, G.M. 1999 The second silent spring? *Nature* 400: 611–612.
- Kromp, B. 1990. Carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) as bioindicators in biological and conventional farming in Austrian potato fields. *Biology and Fertility of Soils* 9:182–187.
- Kromp, B. 1999. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture Ecosystem and Environment* 74: 187-228.
- Krooss, S. and Schaefer, M. 1998. The effect of different farming systems on epigeic arthropods: a five-year study on the rove beetle fauna (Coleoptera: Staphylinidae) of winter wheat. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 69: 121-133.
- Kuria, S.K., Villet, M.H., Palmer, T.M. and Stanton, M.L. 2010. A comparison of two sampling methods for surveying mammalian herbivore impacts on beetle communities in the canopy of *Acacia drepanolobium* in Kenya. *African Entomology* 18: 87–98.
- Körner, H. 1990. Der Einfluß der Pflanzenschutzmittel auf die Faunenvielfalt der Agrarlandschaft (unter besonderer Berücksichtigung der Gliederfüßler der

- Gliederfüßler auf der Oberfläche der Felder). Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 67: 375-496.
- Lack, P. 1986. The Atlas of Wintering Birds in Britain and Ireland, T. & A.D. Poyser Ltd. Calton, London.
- Lafler, J. 1990. More on organic foods, *Journal of the American Dietetic Association*, 90: 920-921.
- Lambers, H., Chapin, F.S and Pons, T.L. 2008. *Plant Physiological Ecology*. Second Edition. Springer pp 604.
- Lamine, C. 2011. Transition pathways towards a robust ecologization of agriculture and the need for system redesign. Cases from organic farming and IPM. *Journal of Rural Studies* 27:209-219.
- Larsen, K., Work, T. and Purrington, F. 2003. Habitat use patterns by ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of northeastern Iowa. *Pedobiologia* 47:288-299.
- Lattin, J.D. 1993. Arthropod diversity and conservation in old-growth northwest forests. *American Zoologist* 33: 578-587.
- Laussau, S.A., Hochuli, D.F., Cassis, G. and Reid, C.A.M. 2005. Effects of habitat complexity on forest beetle diversity: do functional groups respond consistently? *Diversity and Distributions* 11:73–82.
- Lavelle, P. and Spain, A. V. 2001. *Soil Ecology*. Kluwer Scientific Publications, Amsterdam, pp 1-678.
- Lavelle, P., Brussaard, L. and Hendrix, P. 1999. *Earthworm Management in Tropical Agroecosystems*. CABI Publishing, New York.
- Legakis, A., 2004. How many species exist in Greece, Congress of Hellenic Ecological Society, Mytilene.
- Le Houerou, H.N. 1976. Recovery from Desertization *Ecological Bulletin* No 4. In: Can Desert Encroachment be stopped? Published by the Swedish Natural Science Research council, Stockholm Sweden, pp.189-200, 217-222.
- Le Houerou, H.N. and Hoste, C.H. 1977. Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean basin and in the African Sahelo-Sudanian zone. *Journal of range management*, pp 181-189.
- Lee P.F., Ding, T.S., Hsu, F.H. and Geng, S. 2004. Breeding bird species richness in Taiwan: distribution on gradients of elevation, primary productivity and urbanization. *Journal of Biogeography* 31: 307–314.

- Leroy, B.L.M., Schmidt, O., Van den Bossche, A., Reheul, D. and Moens, M. 2008. Earthworm population dynamics as influenced by the quality of exogenous organic matter. *Pedobiologia* 52:139—150.
- Liang, W. and Huang, M. 1994. Influence of citrus orchard ground cover plants on arthropod communities in China: A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 50:29-37.
- Liebig, M.A. and Doran, J.W. 1999. Impact of organic production practices on soil quality indicators. *Journal of Environmental Quality* 28: 1601-1609.
- Lindroth, C.H. 1985–1986. The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. E.J. Brill/ Scandinavian Science Press, Leiden, the Netherlands.
- Lipshitz, N., Gophna, R., Hartman, M. and Biger, G. 1991. The beginning of olive (*Olea Europaea*) cultivation in the Old World: a reassessment. *Journal of Archaeological Science* 18: 441-453.
- Lokemoen, J.T. and Beiser, J.A. 1997. Bird use and nesting in conventional, minimumtillage, and organic cropland. *Journal of Wildlife Management* 61:644–655.
- Lotka, A.J. 1926. *Elements of physical biology*. Williams and Wilkins, Baltimore.
- Loumou, A. and Giourga, C. 2003. Olive groves: “The life and identity of the Mediterranean”. *Agriculture and Human Values* 20: 87–95.
- Lowe, G.L. and Sunderland, K.D. 1996. Ecology and behaviour of ground beetles (Coleoptera: *Carabidae*). *Annual Review of entomology* 41:231-256.
- Luff, M. 1989. Biology of polyphagous ground beetles in agriculture. In: Russell, G. and Andover, E. (Eds.), *Biology and Population Dynamics of Invertebrate Crop Pests*. Intercept Ltd., UK, pp 209-250.
- Lövei, G. and Sunderland, K.D. 1996. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: *Carabidae*). *Annual Review of Entomology* 41: 231–256.
- MacArthur, R.H. and MacArthur, J.W. 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- MacArthur, R.H., Recher, H.F. and Cody, M. 1966. On the relation between habitat selection and species diversity. *The American Naturalist* 100:319–332.
- Macdonald, D.W. and Johnson, P.J. 1995. The relationship between bird distribution and the botanical and structural characteristics of hedges. *Journal of Applied Ecology* 32: 492-505.

- MacDonald, M.A., 2006. The indirect effects of increased nutrient inputs on birds in the United Kingdom: a review. RSPB.
- Mader, P., Fliessbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P. and Niggli, U. 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296:1694–1697.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, N.J.
- Magura, T., Tothmeresz, B. and Elek, Z. 2002. Impacts of nonnative spruce reforestation on ground beetles. *European Journal of Soil Biology* 38: 291-295.
- Magura, T., Tothmeresz, Z. and Elek, Z. 2003. Diversity and composition of carabids during a forestry cycle. *Biodiversity and Conservation* 12: 73–85.
- Magura, T., Tothmeresz, B. and Elek, Z. 2005. Impacts of leaf litter addition on carabids in a conifer plantation. *Biodiversity and Conservation* 14: 475-491.
- Mainoo, N.K., Whalen J.K. and Barrington, S. Earthworm abundance related to soil physicochemical and microbial properties in Accra, Ghana. 2008. *African Journal of Agricultural Research* 3:186-194.
- Majer, J.D., Day, J.E., Kabay, E.D. and Perriman, W.S. 1984. Recolonization by ants in bauxite mines rehabilitated by a number of different methods. *Journal of Applied Ecology* 21:355-375.
- Maksoud, M.M. 2000. Response of growth and flowering of Manzanillo olive trees to different sorts of nutrients. *Egypt. J. Hort.* 27: 513-523.
- Mangos, F., Arvanity, F. and Zampelas, A. 2003. Organic food: Nutritious food or food for thought? A review of the evidence, *International journal of food sciences and nutrition* 54:357-371.
- Marcuzzi, G. 1964. Observations on the relationships between tenebrionid fauna and soil. *Pedobiologia* 4: 210–219.
- Margaritis, E. and Jones, M. 2008. Crop processing of *Olea europaea* L: an experimental approach for the interpretation of archaeobotanical olive remains. *Vegetation History and Archaeobotany* 17: 381–392.
- Marhan, S. and Scheu, S. 2005. The influence of mineral and organic fertilizers on growth of the endogeic earthworm *Octolasion tyrtaeum* (Savigny). *Pedobiologia* 49: 239-249.
- Marini, L., Fontana, P., Battisti, A. and Gaston, K. J. 2009. Agricultural management, vegetation traits and landscape drive orthopteran and butterfly diversity in a grassland–forest mosaic: a multi-scale approach. *Insect Conservation and Diversity* 2:213–220.

- Mariscal, I., Peregrina, F., Terefe, T., González, P. and Espejo, R. 2007. Evolution of some physical properties related to soil quality in the degraded ecosystems of “raña” formations from SW Spain. *Science of the Total Environment* 378: 130–132.
- Marshall, E.J.P., Brown, V.K., Boatman, N.D. and Lutman, P.J., Squire, G.R. and Ward, L.K. 2003. The role of weeds in supporting diversity within crop fields. *Weed Research* 43:77–89.
- Martin, J.S. and Le Bayon, R.C. 2004. *Quantifying the Effects of Earthworms on Soil Aggregation and Porosity*. Earthworm Ecology, Second Edition CRC Press.
- Martinez-Fernandez, J., Martinez-Fernandez, J., Lopez Bermudez, F., RomeroDiaz, A. and Belmonte Serrato, F. 1996. Evolution of vegetation and pedological characteristics in fields with different age of abandonment: a case of study in Murcia (Spain). *Soil degradation and desertification in Mediterranean environments*, Geofarma Ediciones, pp 279-290.
- Massa, R., Fedrigo, A., Fornasari, L., Carabella, M. and Schubert, M. 1987. Forest bird communities in the Po valley, Northern Italy. *Acta Oecologica – Oecologia Generalis* 8: 169-175.
- Mathew, T., Kumar, M., Suresh, B.K.V. and Umamaheswaran, K. 1992. Comparative performance of four multipurpose trees associated with four grass species in the humid regions of Southern India. *Agroforestry Systems* 17: 205-218.
- May, R.M. 1988. How many species are there on Earth? *Science* 241: 1441-1449.
- McCullagh, P. and Nelder, J.A. 1989. *Generalized Linear Models*. Chapman and Hall, London.
- McLean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. In: *Methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties*. Agronomy, A.L. Page, R.M. Miller and Keeney, D.R. (Eds.), Agronomy Society of America, Soil Science Society of America, Madison, WI, USA, pp 199-224.
- Me Inychuk, N.A., Olfert, O., Youngs, B. and Gillot, C. 2003. Abundance and diversity of Carabidae (Coleoptera) in different farming systems. *Agriculture Ecosystem and Environment* 95:69 – 72.
- Messina, G., Montesanto, G., Pezzino, E., Caruso, D. and Lombardo, B. M. 2011. Diversity of terrestrial isopods in a protected area characterized by salty coastal ponds (Vendicari, Sicily). *Journal of Natural History* 45:2145–2158.

- Meyer, L.D. 1981. How rain intensity affects interrill erosion. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 24: 1472-1475.
- Meynard, C.N. and Quinn, J.F. 2008. Bird metacommunities in temperate south American Forest: Vegetation structure, area and climate effects. *Ecology* 89: 981–990.
- Meysner, T., Szajdak, L. and Ku, J. 2006. Impact of the farming systems on the content of biologically active substances and the forms of nitrogen in the soils. *Agronomy Research*, pp. 531-542.
- Montgomery, D.R. 2007. Soil erosion and agricultural sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104:13268-13272.
- Min, D.H., Islam, K.R., Vough, L.R. and Weil, R.R. 2003. Dairy manure effects on soil quality properties and carbon sequestration in alfalfa- orchardgrass systems. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 34: 781-799.
- Mitrakos, K. 1980. A theory for Mediterranean plant life. *Acta Oecologica* 1:245-252.
- Mohammed, S.M., Fayed, T.A., Esmail, A.F. and Abdou, N.A. 2010. Growth, nuternat statues andyield of Le-Conte pear trees as influenced by someorganic and bioferilizaer rates compared withchemical fertilizer. *Bull. Fac. Agric. Cairo University* 61:17-32.
- Monroy, F., Aira, M., Gago J.Á. and Jorge Domínguez, C.R. 2007. Life cycle of the earthworm *Octodrilus complanatus* (Oligochaeta, Lumbricidae). *Biologies* 330:389–391.
- Moreby, S.J., Aebischer, N.J., Southway, S.E. and Sotherton, N.W. 1994. A comparison of the flora and arthropod fauna of organically and conventionally grown winter wheat in southern England. *Annals of Applied Biology* 125:13–27.
- Moreno, C.E. and Halffter, G. 2001. Spatial and temporal analysis of a, b and c diversities of bats in fragmented landscape. *Biodiversity and Conservation* 10:367-382.
- Morris, T.I. and Campos, M. 1999. Entomofauna depredadora del suelo del olivar. *Zoologia baetica* 10: 149-160.
- Moschitz, H. 2008. Organic farming Policy networks in Europe. Dissertation, Diplom-Agraringenieurin Univ., Technische Universität München, Austria.
- Moss, A. and Hassall, M. 2006. Effects of disturbance on the biodiversity and abundance of isopods in temperate grasslands. *European Journal of Soil Biology* 42: 254-268.
- Moss, A.J. 1988. Effects of flow velocity variation on rain-driven transportation and the role of rain impact in the movement of solids. *Australian Journal of Soil Research* 26: 443-450.

- Mukhopadhyay, A., Sherpa, P.W. and Pradhan, B. 2003. Diversity of ground arthropod community at organic and chemically intensive tea plantation of Darjeeling terai. *Journal of Environmental Biology* 24: 471-476.
- Mullarney, K., Svensson, L., Zetterstrom, D. and Grant, P.J. 1999. *Collins Bird Guide*. HarperCollins Publishers Ltd, London.
- Mullarney, K., Zetterstrom, L.D. and Grant, P. 2009. *The birds of Greece, Cyprus and Europe*. Hellenic Ornithological Society, Greece. pp 400.
- Mulligan, M., Burke, S.M. and Ramos, M.C. 2004. Climate Change, Land-use Change and the «Desertification» of Mediterranean Europe. In: Mazzoleni, S., Di Pasquale, G., Mulligan, M., Di Martino, P. and Rego, F. (Eds.), *Recent Dynamics of the Mediterranean Vegetation and Landscape*. John Wiley and Sons Ltd Publisher, Chichester, England, pp 259-279.
- Mäder, P., Fliessbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P. and Niggli, U. 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296: 1694–1697.
- Naeem, J. 2009. Effect of farmyard manure, mineral fertilizers and mung bean residues on some microbiological properties of eroded soil in district Swat. *Soil and Environ* 28: 162-168.
- Najar, I.A. and Khan, A.B. 2011. Earthworm communities of Kashmir Valley, India. *Tropical Ecology* 52: 151-162.
- Nakamura, Y., Fujikawa, T., Yamauchi, K. and Tamura, H. 1970. Distribution and dynamics of some forest soil animals in Hokkaido. *Journal of the Japanese Forestry Society* 52: 80-88.
- Naveh, Z. 1982. The dependence of the productivity of a semiarid Mediterranean hill pasture ecosystem on climatic fluctuations. *Agriculture and environment*, pp 4761.
- Navntoft, S. and Wrattenb, S.D., Kristensenc, K. and Esbjerga, P. 2009. Weed seed predation in organic and conventional fields. *Biological Control* 49:11–16.
- Nelson, D.W. and Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page, A.L. (Eds.), *Methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties*. Agronomy. Agronomy Society of America, Soil Science Society of America, Madison, WI, USA, pp 539-580.
- Newman, E.I. 1973. Competition and diversity in herbaceous vegetation. *Nature* 244: 310-311.
- Niklas, K.J. 2005. Plant Allometry, Leaf Nitrogen and Phosphorus Stoichiometry, and

- Interspecific Trends in Annual Growth Rates. *Annals of Botany* 97: 155-163.
- Niemelä, J.K., Koivula, M. and Kotze, D.J. 2007. The effects of forestry on carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) in boreal forests. *Journal of Insect Conservation* 11:5–18.
- Nietupski, M., Sowiński, P., Sdej, W. and Kosewska, A. 2010. Content of organic C and pH of bog and post-bog soils versus the presence of ground beetles Carabidae in stary dwor near Olsztyn. *Journal of Elementology* 15: 581–591.
- Nocera, J.J., Forbes, G. and Milton, R. 2007. Habitat relationships of three grassland breeding bird species: broadscale comparisons and hayfield management implications. *Avian Conservation and Ecology* 2: 7.
- Norris, R.F. and Kogan, M. 2000. Interaction between weeds, arthropod pests, and their natural enemies in managed ecosystems. *Weed Science* 48, 94–158.
- Norton, L., Johnson, P., Joys, A., Stuart, R., Chamberlain, D., Feber, R., Firbank, L., Manley, W., Wolfe, M., Hart, B., Mathews, F., Macdonald, D. and Fuller, R.J. 2009. Consequences of organic and non-organic farming practices for field, farm and landscape complexity. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 129:221–227.
- Nascimbene, J., Marini, L. and Paoletti, M.G. 2012. Organic farming benefits local plant diversity in vineyard farms located in intensive agricultural Landscapes. *Environmental Management*, 49:1064-1060.
- Nuutinen, V. and Haukka, J. 1990. Conventional and organic cropping systems at Suita. VII. Earthworms. *Journal of Agriculture Science in Finland* 62:357–367.
- Öckinger, E., Eriksson, A.K. and Smith, H.G. 2006. Effects of grassland abandonment, restoration and management on butterflies and vascular plants. *Biological Conservation* 133: 291–300.
- O'Connor, R.J. and Jones, M.T. 1997. Using hierarchical models to index the ecological health of the nation. *Transactions of the 62nd North American Wildlife and Natural Resource Conference* 62: 501–508.
- O'Connor, R.J., Jones, M.T., White, D., Hunsaker, C., Loveland, T., Jones, B. and Preston, E. 1996. Spatial partitioning of environmental correlates of avian biodiversity in the coterminous United States. *Biodiversity Letters* 3:97 – 110.
- O'Connor, R.J. and Shrubbs, M. 1990. *Farming and Birds*. Cambridge University Press, Cambridge.

- Okitsu, S. 2005. Factors controlling geographical distribution in Savanna vegetation in Namibia. *African Study Monographs* 30: 135-151.
- Olsen, S.R., and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. In: Page, A.L., Miller, R.M. and Keeney, D.R. (Eds.), *Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and Microbial Properties*. Amer. Soc. Agron. No. 9 (Part 2) in the *Agronomy Series* ASA, SSSA, Madison, pp 403-430.
- Orabi, G., Moir, M.L. and Majer, J.D. 2010. Assessing the success of mine restoration using Hemiptera as indicators. *Australian Journal of Zoology* 58: 243–249.
- Ormerod, S.J. and Watkinson, A.R. 2000. Editor's Introduction: Birds and Agriculture. *Journal of Applied Ecology* 37: 699-705.
- Ortiz-Ceballos, A.I., Fragoso, C., Equihua, M. and Brown, G. 2004. Influence of food quality, soil moisture and the reproduction of the tropical earthworm *Balanteodrilus pearsei*. *Pedobiologia* 49: 89.
- Ostermann, O.P. 1998. The need for management of nature conservation sites designated under Natura 2000. *Journal of Applied Ecology* 35: 968-973.
- O'Sullivan, C.M. and Gormally, M.J. 2002. A comparison of ground beetle (Carabidae: Coleoptera) communities in an organic and conventional potato crop. *Biological Agriculture and Horticulture* 20: 99-110.
- Otieno, N. E., Gichuki, N., Farwig, N., Tews, S.K. Brose, J., Tielborger, U., Wichmann, K., Schwager, M.C. and Jeltsch, F. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography* 31:79–92.
- Pain, D.J. and Dixon, J. 1997. Why farming and birds in Europe? In Pain, D.J., Pienkowski, M.W. (Eds.) *Farming and Birds in Europe. The Common Agricultural Policy and its Implications for Bird Conservation*. London: Academic Press, pp. 1-24.
- Page, A.L., Miller, H.R. and Keeney, R.D. 1982. *Methods of soil analysis Part II-chemical and microbiological properties*. Inc. Soil Science of America, Madison, Wisconsin, USA.
- Page, D.I. 1988. Overland flow partitioning for rill and interrill erosion modeling. M.S. Thesis, Univ. of Arizona, Tucson, AZ, pp 112.
- Pagiola, S., Kellenberg, J., Vidaeus, L. and Srivastava, J. 1998. Mainstreaming Biodiversity in Agricultural Development. *Finance and Development*, 35: 38–41.

- Paoletti, M.G. and Pimentel, D. 1992. *Biotic diversity in agroecosystems*. Elsevier, Amsterdam.
- Paoletti, G.P. and Hassall, M. 1999. Woodlice (Isopoda: Oniscidea): their potential for assessing sustainability and use as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74:157–165.
- Paoletti, M. G., D'Inca, A., Tonin, E., Tonon, S., Migliorini, C., Petruzzelli, G., Pezzarossa, B., Gomiero, T. and Sommaggio, D. 2010. Soil Invertebrates as Bio-indicators in a Natural Area Converted from Agricultural Use: The Case Study of Vallevicchia-Lugugnana in North-Eastern Italy. *Journal of Sustainable Agriculture* 34: 38-56.
- Paoletti, M.G., Schweigl, U. and Favretto, M.R., 1995. Soil microinvertebrates, heavy metals and organochlorines in low and high input apple orchards and coppiced woodland. *Pedobiologia* 39:20–33.
- Paoletti, M.G. 1999a. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. In: Paoletti, M.G. (Ed.), *Invertebrate Biodiversity as Bioindicators of Sustainable Landscapes*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 1–18.
- Paoletti, M.G., 1999b. The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. In: Paoletti, M.G. (Ed.), *Invertebrate Biodiversity as Bioindicators of Sustainable Landscapes*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 137–155.
- Papanastasis, V. 1996. Silvopastoral systems and range management in the Mediterranean region. In: Etienne M. (Ed), *Western European Silvopastoral Systems* INRA, France, pp 143-156.
- Papanastasis, V.P. 1981. Species structure and productivity in grasslands of Northern Greece. *Components of Productivity of Mediterranean Climate-Regions*, pp 205-217.
- Papanastasis, V.P. 2004. Traditional vs contemporary management of Mediterranean vegetation: the case of the island of Crete. *Journal of Biological Research* 1: 39-46.
- Pare, T., Dinel, H., Moulin, A. P. and Townley-Smith, L.1999. Organic matter quality and structural stability of a Black Chernozemic soil under different manure and tillage practices. *Geoderma* 91: 311-326.
- Pärtel, M. 2002. Local plant diversity patterns and evolutionary history at the regional scale. *Ecology* 83: 2361-2366.
- Pearsall, I.A. and Walde, S.J. 1995. A comparison of epigaeic Coleoptera assemblages in organic, conventional, and abandoned orchards in Nova Scotia, Canada. *Canadian Entomologist*, 127:641 – 658.

- Pearson, D.L. 1994. Selecting Indicator Taxa for the quantitative assessment of Biodiversity. Philosophical Transaction of The Royal Society of London, Series B: Biological Sciences 345: 75 -79.
- Pelosi, C., Bertrand, M. and Roger-estrate, J. 2009. Earthworm community in conventional, organic and direct seeding with living mulch cropping systems. *Agronomy for Sustainable Development* 29: 287-295
- Pernes-Debuysse, A. and Tessier, D. 2004. Soil physical properties as affected by long-term fertilization. *European Journal of Soil Science* 55: 505-512.
- Petrakis, P.V., Spanos, K. and Feest, A. 2011. Insect biodiversity reduction of pinewoods in southern Greece caused by the pine scale (*Marchalina hellenica*). *Forest Systems* 20: 27-41.
- Pfiffner, L. and Mader, P. 1997. Effects of biodynamic, organic and conventional production systems on earthworm populations. *Biological Agriculture and Horticulture* 15: 3–10.
- Pfiffner, L. and Luka, H. 2003. Effects of low-input farming systems on carabids and epigeal spiders: a paired farm approach. *Basic and Applied Ecology*, 4: 117–127.
- Pfiffner, L. and Luka, H. 2007. Earthworm populations in two low-input cereal farming systems. *Applied Soil Ecology* 37: 184–191.
- Piacentini de Andrade, D., Gardner Brown, G., Aaron Callaham Jr, M. 2010. Ecological classification of Brazilian earthworms: a first attempt using morphological data. *Elaetao* 4:13-15.
- Pienkowski, M. 1998. The nature conservation value of low-intensity farming systems. EFNCP, LSIRD, Workshop 3, Tour de Valat.
- Pieper, R.P. 1978. Measurement techniques for herbaceous and shrubby vegetation. New Mexico State University, Las Cruces, pp 1-148.
- Pieper, R.D. 1990. Overstory – understory relation in pinyon – juniper woodlands in New Mexico. *Journal of Range Management*, 43: 413-415.
- Pierce, T.G., Roggero, N. and Tipping, R. 1994. Earthworms and seeds. *Journal of Biological Education* 28: 195-202.
- Piha, M., Tiainen, J., Holopainen, J. and Vepsäläinen, V. 2007. Effects of land-use and landscape characteristics on avian diversity and abundance in a boreal agricultural landscape with organic and conventional farms. *Biological Conservation* 140:50–61.
- Pimental, D., Terhune E.C., Dyson-Hudson, R., Rochereau, S., Samis, R., Smith, E.A.,

- Denman, D., Reifschneider, D. and Shepard, M. 1976. Land degradation: Effects on Food and Energy Resources. *Science* 194: 149-155.
- Pinke, G., Pal, R. and Botta-Dukat, Z. 2010. Effects of environmental factors on weed species composition of cereal and stubble fields in western Hungary. *Central European Journal of Biology* 5: 283–292.
- Pleasant, J. and Schlater, K.J. 1994. Incidence of weed seed in cow manure and its importance as a weed source in cropland. *Weed Technology* 8:304–310.
- Polese, J.M. 2008. Η καλλιέργεια των ελαιοδένδρων. Εκδόσεις Βασδέκη, σελ. 1-128.
- Ponce, C., Bravo, C., García de León, D., Magaña, M. and Alonso, J. C. 2011. Effects of organic farming on plant and arthropod communities: A case study in Mediterranean dryland cereal. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 141:193–201.
- Porhajasova, J., Macak, M., Urminska, J. and Noskovic, J. 2011. The influence of organic manure application on dynamisms of occurrence of epigeic groups with focus to Carabidae. *Research Journal of Agricultural Science* 43: 223-228.
- Poschlod, P., Bakker, J.P. and Kahmen, S. 2005. Changing land use and its impact on biodiversity. *Basic Applied Ecology* 6: 93–98.
- Potter, D.A., Bridges, B.L. and Gordon, F.C. 1985 Effect of N fertilization on earthworm and microarthropod populations in Kentucky bluegrass turf. *Agronomy Journal* 77: 367-372.
- Prasad, R.P. and Snyder, W.E. 2006. Polyphagy complicates conservation biological control that targets generalist predators. *Journal of Applied Ecology* 43: 343-352.
- Praslicka, J., Bokorova, M. and Al Dobai, S. 1997. Abundance of cereal aphids on winter wheat in different agricultural systems. *Acta Fytotechnica* 52: 91-96.
- Preston, F.W. 1962. The canonical distribution of commonness and rarity. *Ecology* 43:185-215, 431-432.
- Pretty, J. 2008 Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 363: 447–465.
- Pulleman, M.M., Six, J., Uyl, A., Marinissen, J.C.Y. and Jongmans, A.G. 2005. Earthworms and management affect organic matter incorporation and microaggregate formation in agricultural soils. *Applied Soil Ecology* 29:1–15.
- Purris, G. and Curry, J.P. 1984. The influence of weeds and farmyard manure on the activity of Carabidae and other ground-dwelling arthropods in a sugar Beet crop. *Journal of Applied Ecology* 21: 271-283.

- Purtauf, T., Dauber, J. and Wolters, V. 2005. The response of carabids to landscape simplification differs between trophic groups. *Oecologia* 142: 458-464.
- Purvis, G. and Curry, J.P. 1984. The influence of weeds and farmyard manure on the activity of Carabidae and other ground-dwelling Arthropods in a sugar beet crop. *Journal of Applied Ecology* 21: 271- 283.
- Rahtkens, K. and von der Trenck, T. 2007. Schwermetalle in Regenwürmern Baden-Württembergs. Teil II: Okotoxikologische Bewertung des Bodens – UWSF-Z. *Umweltchem Ökotox* 19: 27–36.
- Rahtkens, K. and von der Trenck, T. 2006 – Schwermetalle in Regenwürmern Baden-Württembergs. Teil I: Metallgehalte in Regenwürmern von Wald-Dauerbeobachtungsflächen – UWSFZ. *Umweltchem Ökotox* 18: 164–174.
- Rainio, J. and Niemela, J. 2003. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation* 12: 487-506.
- Rajaniemi, T.K. 2003. Explaining productivity-diversity relationships in plants. *Oikos* 101: 449-457.
- Rasmussen, I.A., Askehaard, M., Olesen, J.E. and Kristensen, K. 2006. Effect of weeds of management in newly converted organic crop rotation in Denmark. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113:184-195.
- Raw, F. 1959. Estimating earthworm population by using formalin. *Nature London*, pp1661-1662.
- Recher, H.F. and Holmes, R.T. 2000. The foraging ecology of birds of eucalypt forest and woodland. Differences between males and females. *Emu* 100:205–215.
- Recher, H.F., Kavanah, J.M., Shields, J.M. and Linds, P. 1991. Ecological associations of birds and habitats during the breeding season in south-eastern New South Wales. *Australian Journal of Ecology* 16:337–352.
- Recher, H.F. 1969. On the relation of birds and habitat in Australia and North America. *The American Naturalist* 103:75–79.
- Reddy, M.V. and Venkataiah, B. 1990. Seasonal abundance of soil-surface arthropods in relation to some meteorological and edaphic variables of the grassland and tree-planted areas in a tropical semi-arid savanna. *International Journal of Biometeorology* 34: 49-59.

- Reidsma, P., Tekelenburg, T., van de Berg, M. and Alkemade, R. 2006. Impacts of land-use change on biodiversity: an assessment of agricultural biodiversity in the European Union. *Agriculture Ecosystem and Environment* 144:86–102.
- Reinecke, A.J. and Reinecke, S.A. 2004. Earthworms as test organism in ecotoxicological assessment of toxic antimpacts on ecosystems. In: Edwards C.A. (Ed.): *Earthworm Ecology*. CRC Press, Boca Raton, pp 299–320.
- Rhoades, J.D. 1982b. Cation exchange capacity. In: Page, A.L., Miller, R.M. and Keeney, D.R. (Eds.), *Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties*. Second edition. Agronomy Monograph Number 9. Agronomy Society of America, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp 149-158.
- Rice, J., Anderson, B.W. and Ohmart, R.D. 1984. Comparison of the importance of different habitat attributes to avian community organization. *Journal of Wildlife Management* 48:895– 911.
- Richards, O.W. and Davies, R.G. 1977. *Imm's general textbook of entomology*, 10th ed. Chapman and Hall Publisher, London, pp 1-418.
- Richardson, A.S. 1966. *Forestry in Communist China*. John Hopkins University Press. Baltimore, Maryland, USA, pp 237.
- Ries, J.B. 2010. Methodologies for soil erosion and land degradation assessment in mediterranean-type ecosystems. *Land Degradation and Development* 21: 171-187.
- Rieske, L.K. and Buss, L.J. 2001. Influence of Site on Diversity and Abundance of Ground- and Litter-Dwelling Coleoptera in Appalachian Oak–Hickory Forests. *Environmental Entomology* 30: 484-494.
- Rigby, D. and Cáceres, D. 2001. Organic farming and the sustainability of agricultural systems. *Agricultural Systems* 68: 21-40.
- Riley, H., Pommeresche, R., Eltun, R., Hansen S. and Korsæth, A. 2008. Soil structure, organic matter and earthworm activity in a comparison of cropping systems with contrasting tillage, rotations, fertilizer levels and manure use. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 124:275–284.
- Robinson, R.A. 2005. «Cuckoo *Cuculus canorus*» BirdFacts: profiles of birds occurring in Britain and Ireland (BTO Research Report 407). British Trust for Ornithology. Retrieved 12 August 2011.
- Rodale, R. 1971. Definition of organic food. *Nature* 285: 807.

- Rodrigues de Lima, A.C. and Brussaard, L. 2010. Earthworms as soil quality indicators: Local and scientific knowledge in rice management systems. *Acta Zoológica Mexicana* 2: 109-116.
- Romanuk, T.N. and Kolasa, J. 2001. Simplifying the complexity of temporal diversity dynamics: a differentiation approach. *Ecoscience* 8: 259-263.
- Rooney, T.P. and Waller, D.M. 2003. Direct and indirect effects of white-tailed deer in forest ecosystems. *Forest Ecology and Management* 181:165–176.
- Root, R.B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs* 43: 95–124.
- Rosenthal, G. 2010. Secondary succession in a fallow central European wet grassland. *Flora. Functional Ecology of Plants* 205: 153–160.
- Rosenzweig, M. 1995. *Species Diversity in Space and Time*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Roschewitz, I., Gabriel, D., Tschardtke, T. and Thies, C. 2005. The effects of landscape complexity on arable weed diversity in organic and conventional farming. *Journal of Applied Ecology* 42: 873–882.
- Ruggiero, A., Sackmann, P., Farji-Brener, A.G. and Marcelo, K. 2009. Beetle abundance–environment relationships at the Subantarctic–Patagonian transition zone. *Insect Conservation and Diversity* 2:81–92.
- Rutigliano, F.A., D’Ascoli, R., Virzo De Santo, A. 2004. Soil microbial metabolism and nutrient status in a Mediterranean area as affected by plant cover. *Soil Biology and Biochemistry* 36: 1719–1729.
- Sabiene, N., Kusliene, G. and Zalegkas, E. 2010. The influence of land use on soil organic carbon and nitrogen content and redox potential. *Zemdirbyste-Agriculture*, 97:15–24.
- Sagar, R., Singh, A. and Singh, J.S. 2008. Differential effect of woody plant canopies on species composition and diversity of ground vegetation: a case study. *Tropical Ecology* 49: 189-197.
- Salamon, J.A., Alpei, J., Ruf, A., Schaefer, M., Scheu, S., Schneider, K., Suhrig, A. and Maraun, M. 2006. Transitory dynamic effects in the soil invertebrate community in a temperate deciduous forest: effects of resource quality. *Soil Biology and Biochemistry* 38:209–221.

- Salavert, A. 2008. Olive cultivation and oil production in Palestine during the early Bronze Age (3500–2000 B.C.): the case of Tel Yarmouth, Israel. *Vegetation History and Archaeobotany* 17: 53–61.
- Salmon, S. 2004. The impact of earthworms on the abundance of Collembola: improvement of food resources or of habitat? *Biology and Fertility of Soils* 40: 323–333.
- Sánchez, P.A., Palm, C.A., Szott, L.T., Cuevas, E. and Lal, R. 1989. Organic input management in tropical agroecosystems. In: Coleman DC, Oades JM & Uehara G (Eds.) *Dynamics of Soil Organic Matter in Tropical Ecosystems*. Honolulu, University of Hawaii Press, pp. 125–152.
- Sánchez, J. 2004. Influencia del manejo del olivar en el desarrollo de la cubierta vegetal y en la presencia de entomofauna útil para el control de *Bactrocera oleae* (Gmel.). PhD thesis. University of Córdoba, Córdoba.
- Sanger, L.J., Cox, P., Splatt, P., Whelan, M.J. and Anderson, J.M. 1996. Variability in the quality of *Pinus sylvestris* needles and litter from sites with different soil characteristics: lignin and phenylpropanoid signature. *Soil Biology and Biochemistry* 28: 829–835.
- Sarlis, G. 1998. Pastures improvement and management—Part A'. Stamoulis, Athens (in Greek).
- Scheu, S. and Schulz, E. 1996. Secondary succession, soil formation and development of a diverse community of oribatids and saprophagous soil macro-invertebrates. *Biodiversity and Conservation* 5:235–250.
- Scheu, S. 2003. Effects of earthworms on plant growth: patterns and perspectives. *Pedobiologia* 47: 846–856.
- Schjønning, P., Elmholt, S., Munkholm, L. J. and Deboz, K. 2002. Soil quality aspects of humid sandy loams as influenced by organic and conventional long term management. *Agriculture Ecosystems and Environment* 88: 195–214.
- Schmalfuss, H. 1984. Eco-morphological strategies in terrestrial isopods. *Symposium of the Zoological Society of London* 53:49–63.
- Schmalfuss, H. 2004. World catalog of terrestrial isopods (Isopoda:Oniscidea). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie A* 654: 1–341.

- Schoener, T.W. 1986. Patterns in terrestrial vertebrate versus arthropod communities: Do systematic differences in regularity exist? In: C. J. Diamond and T. S. Case (Eds.) *Community ecology*. Harper and Pow, New York, pp 556-586.
- Schwartz, R.C. and Dao, T.H. 2005. Phosphorus extractability of soils amended with stockpiled and composted cattle manure. *Journal of Environmental Quality* 34: 970-978.
- Sfenthourakis, S. 1994. Biogeography, systematic and ecology of terrestrial isopods of central Aegean islands, PhD thesis. University of Athens, Athens.
- Sfenthourakis, S. 1996. The species-area relationship of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidae) from the Aegean Archipelago (Greece): A comparative study. *Global Ecology and Biogeography Letters* 5: 149–157.
- Sfenthourakis, S., Anastasiou, I. and Strutenschi, T. 2005. Altitudinal terrestrial isopod diversity. *European Journal of Soil Biology* 41: 91-98.
- Shakir, S.H. and Dindal, D.L. 1997. Density and Biomass of Earthworms in forest and herbaceous microecosystem in central New York, North America. *Soil Biochemistry* 29: 275-285.
- Shanas, U., Galyun, Y.A., Alshamli, M., Cnaani, J., Guscio, D., Khoury, F., Mittler, S., Nassar, K., Shapira, I., Simon, D., Sultan, H., Topel, E., Ziv, Y. 2011. Landscape and a political border determine desert arthropods distribution *Journal of Arid Environments* 75: 284-289.
- Sharma, E. and Ambasht, R.S. 1987. Litterfall, decomposition and nutrient release in an age sequence of *Alnus nepalensis* plantation stands in the Eastern Himalaya. *Journal of Ecology* 75:997-1010.
- Sharma, P.P. 1995. Interill erosion. In *Soil Erosion, Conservation, and Rehabilitation* (M.Agassi, ed.), Marcel Dekker, New York, pp 125-152.
- Shepherd, M.A., Harrison, R. and Webb, J. 2002. Managing soil organic matter implications for soil structure on organic farms. *Soil Use and Management* 18: 284-292.
- Shiyam, J.O., Obiefuna, J.C., Ofoh, M.C. and Oko, B.F.D. 2011. Effect of Sawdust Mulch and Fertilizer on Weed Flora Composition and Growth in Plantain/Cocoyam Intercrop in the Nigerian Rainforest Zone. *World Journal of Agricultural Sciences* 7: 629-632.
- Siemann, E. 1998. Experimental tests of effects of plant productivity and species richness on grassland arthropod species richness. *Ecology* 79:2057–2070.

- Siemann, E., Haarstad, J. and Tilman, D. 1999. Dynamics of plant and arthropod diversity during old field succession. *Ecography* 22:406-414.
- Sienkiewicz, P. 2008. *Pachycarus (Mysteropterus) cyaneus* (DEJEAN 1825) – species of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) new for Bulgaria's fauna. *Polish Journal of Entomology* 77: 63-66.
- Sikora, L.J. and Stott, D.E. 1996. Soil organic carbon and nitrogen. In: J. W. Doran and A. J. Jones (Eds.). *Methods for assessing soil quality*. Soil Science Society of America Special Publication Number 49, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp 157-267.
- Sikora, L.J. and Stott, D.E. 1996. Soil organic carbon and nitrogen. In: Doran, J.W., Jones, A.J. (Eds.), *Methods for Assessing Soil Quality*. Soil Science Society of America, Inc., Madison, WI, pp 157–167.
- Simonsen, J., Posner, J., Rosemeyer, M. and Baldock, J. 2010. Endogeic and anecic earthworm abundance in six Midwestern cropping systems. *Applied Soil Ecology* 44: 147–155.
- Singh, S., Prakash, M., Geeta, O. and Gangwar, Rachna, R. 2010. Species richness and density of earthworms in western Uttar Pradesh, India. *Advances of the 4th International Oligochaeta Taxonomy Meeting Zoology in the Middle East, Supplementum 2, 2010: 133–139.*
- Siriwardena, G.M., Stevens, D.K., Anderson, G.Q.A., Vickery, J.A., Calbrade, N.A. and Dodd, S. 2007. The effect of supplementary winter seed food on breeding populations of farmland birds: evidence from two large-scale experiments. *Journal of Applied Ecology* 44:920–932.
- Spehn, E.M., Joshi, J., Schmid, B., Alphei, J. and Korner, Ch. 2000. Plant diversity effects on soil heterotrophic activity in experimental grassland ecosystems. *Plant and Soil* 224: 217-230.
- Smetak, K.M., Johnson-Maynard, J.L. and Lloyd J.E. 2007. Earthworm population density and diversity in different-aged urban systems. *Applied Soil Ecology* 37: 161–168.
- Smith, J., Wolfe, M., Woodward, L., Pearce, B. and Lampkin, N. 2011. *Organic Farming and Biodiversity: A review of the literature*. Organic Research Centre, Elm Farm, Hamstead Marshall, Newbury, pp 1-4.

- Soil Survey Division Staff. 1993. Soil Survey Manual, USDA-SCS Agric. Handb. 18, US Gov. Print. Office, Washington, DC. Available on-line <http://soils.usda.gov/procedures/ssm/main.htm>
- Solomou, A. and Sfougaris, A. 2011. Comparing conventional and organic olive groves in central Greece: plant and bird diversity and abundance. *Renewable Agriculture and Food Systems* 26: 297-316.
- Solomou, A.D., Sfougaris, A.I., Kalburtji, K.L. and Nanos, G.D. 2013. The effects of organic farming on winter plant composition, cover and diversity in olive grove ecosystems in Central Greece. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 44:312-319.
- Solomou, A.D., Sfougaris, A.I., Vavoulidou, E.M. and Csuzdi, Cs. 2012. The effects of farming practices on earthworm's dynamics in olive groves of central Greece. *Advances in Earthworm Taxonomy IV* 4:119-126.
- Sotherton, N.W. and Self, M.J. 2000. Changes in plant and arthropod biodiversity on lowland farmland: an overview. In: Aebischer, N.J., Evans, A.D., Grice, P.V., Vickery, J.A. (Eds.), *Ecology and Conservation of Lowland Farmland Birds*. British Ornithologists Union, Tring, pp 26–35.
- Souty Grosset, C., Badenhausser, I., Reynolds, J.D., Morel, A. 2005. Investigations on the potential of woodlice as bioindicators of grassland habitat quality. *European Journal of Soil Biology*, 41: 109-116.
- Stockdale, E.A., Lampkin, N.H., Hovi, M., Keatinge, R., Lennartsson, E.K.M., Macdonald, D.W., Padel, S., Tattersall, F.H., Wolfe, M.S., Watson, C.A. 2001. Agronomic and environmental implications for organic farming systems. *Advances in Agronomy* 70:261–327.
- Speight, M.R., Hunter, M.D. and Watt, A.D. 2008. *Ecology of Insects: Concepts and Applications*. Wiley- Blackwell, Oxford, pp 1-628.
- Srivastava, D.S. and J.H. Lawton. 1998. Why more productive sites have more species: An experimental test of theory using TreeHole communities. *American Naturalist* 152: 510-529.
- Standard methods. 1985. Sixteenth edition, American Public Health Association- American Water Works Association – Water Pollution Control Federation, Washington.
- Steve, D. 2009. Sustainable farming compost tea. Cited in <http://www.soil soup.com>.

- Stewart, A.J.A. 2001. The impact of deer on lowland woodland invertebrates: a review of the evidence and priorities for future research. *Forestry* 74:259– 270.
- Stirling, G. and Wilsey, B. 2001. Empirical Relationships between Species Richness, Evenness, and Proportional Diversity. *The American Naturalist* 158: 286–299.
- Stoate, C, Araujo, M. and Borralho, R. 2003. Conservation of European farmland birds: abundance and species diversity. *Ornis Hungarica*, 12-13, 33-40.
- Stockdale, E.A., Shepherd, M.A., Fortune S. and Cuttle, S. P. 2002. Soil fertility in organic farming systems- fundamentally different? *Soil Use and Management* 18: 301-308.
- Strid, A. and Tan K. 1992. *Flora Hellenica and the threatened plants of Greece*. *Opera Botanica* 11: 356-367.
- Strid, A. and Tan, K. 1997-2002. *Flora Hellenica 1-2*. Koenigstein: Koeltz Scientific Books and A.R.G Ganter Verlag K.G.
- Sullivan, P.T. and Sullivan, S.D. 2006. Plant and small mammal diversity in orchard versus non-crop habitats. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 116: 235–243.
- Sutton, S.L. and Holdich, D.M. 1984. *The Biology of Terrestrial Isopods*; Zoological Society of London Symposia. Oxford Science Publications. Oxford, England, pp 339 – 363.
- Swift, M.J., Heal, O.W. and Anderson, J.M. 1979. *Decomposition in terrestrial ecosystems*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Taboada, A., Kotze, J., Tárrega, R. and Salgado, J.M. 2008. Carabids of different-aged reforested pinewoods in a historically modified landscape: do they approach natural forests? *Basic and Applied Ecology* 9:161–171.
- Talarico, F., Romeo, M., Massolo, A., Brandmayr, P. and Zetto, T. 2007. Morphometry and eye morphology in three species of *Carabus* (Coleoptera: Carabidae) in relation to habitat demands. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 45:33-38.
- Talavera, J.A. 2007. Pine forest earthworms from canary islands (Tenerife and Gran Canaria). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 53:157–167.
- Tate, R. 1987. *Soil organic matter-Biological and Ecological effects*. John Wiley and Sons.

- Ter Braak, C.J.F. and Šmilauer P. 1998. CANOCO Reference manual and User's Guide to CANOCO for Windows. Software for Canonical Community Ordination (version4) Centre for Bionetry, Wageningen pp 351.
- Teuben, A. and Roelofsma, T.A.P.J. 1990. Dynamic interactions between functional groups of soil arthropods and microorganisms during decomposition of coniferous litter in microcosm experiments, *Biol. Fertility Soils* 9:145–151.
- Otieno, N.E., Gichuki, N., Farwig, N. and Kiboi, S. 2011. The role of farm structure on bird assemblages around a Kenyan tropical rainforest. *African Journal of Ecology* 49:410–417.
- Ter Braak, C.J.F. and Prentice, I.C. 1988. A theory of gradient analysis. *Advances of Ecological Research*, 18, 271-317. In: C.J.F. Ter Braak: Unimodal models to relate species to environment. Agricultural Mathematics Group. Wageningen, pp 152.
- The news tribune. 1989. Chemicals keep food costs low, industry finds, Woodbridge, pp D-8.
- Therios, I. 2005. Mineral Nutrition and Fertilizers. Gartaganis Publications, Thessaloniki, Greece, pp 1-392.
- Therios, I. 2009. Olives. School of Agriculture, Aristotle University, Thessaloniki, Greece, pp 1- 409.
- Thinh, V. T. 2006. Bird species richness and diversity in relation to vegetation in Bavi National Park, Vietnam. *Ornithological Science* 5: 121–125.
- Thomas, C.F.G., Brown, N.J. and Kendall, D.A. 2006. Carabid movement and vegetation density: implications for interpreting pitfall trap data from split-field trials. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113:51–61.
- Thomas, F., Folgarait, P., Lavelle, P. and Rossi, J.P. 2004. Soil macrofaunal communities along an abandoned rice field chronosequence in Northern Argentina. *Applied Soil Ecology* 27: 23–29.
- Thomas, G.W. 1982. Exchangeable cations. In: Page, A. L., Miller, R. M. and Keeney, D. R. (Eds.), *Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties*. Second edition. Agronomy Monograph Number 9. Agronomy Society of America, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp 159-165.
- Throop, H.L. and Archer, S.R. 2008. Shrub (*Prosopis velutina*) encroachment in a semidesert grassland: spatial–temporal changes in soil organic carbon and nitrogen pools. *Global Change Biology* 14: 2420–2431.

- Tilman, D. 1982. *Resource Competition and Community Structure*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Tilman, D. 1984. Plant dominance along an experimental nutrient gradient. *Ecology* 65:1445-1453.
- Tilman, D. 1986. A consumer resource approach to community structure. *American Zoologist* 26:5-22.
- Tilman, D. 1987. Secondary succession and the pattern of plant dominance along experimental nitrogen gradients. *Ecology*.
- Tischer, S. 2009. Earthworms (Lumbricidae) as bioindicators: The relationship between in soil and in tissue heavy metal content. *Polish Journal of Ecology* 57: 513-523.
- Tiwari, S.C. 1993. Effects of organic manure and NPK fertilization on earthworm activity in an Oxisol. *Biology and Fertility of Soils* 16: 293–295.
- Tomaselli, R. 1977. Degradation of the Mediterranean maquis. In *Mediterranean forests and maquis: ecology, conservation and management*. MAB technical notes, UNESCO, Paris, pp 33-72.
- Torres, M., Pico, Y. and Manes, J. 1996. Determination of pesticide residues in fruit and vegetables. *Journal of Chromatography* 754:301-331.
- Trimble, S.W. 1990. Geomorphic effects of vegetation cover and management: some time and space considerations in prediction of erosion and sediment yield. In: J.B. Thornes (Ed.), *Vegetation and erosion processes and environments*, John Wiley and Sons Publisher, pp. 55-66.
- Tsiouvaras, C.N., Halvik, N.A. and Bartolome, J.W. 1989. Effects of goats on understory vegetation and fire hazard reduction in a coastal forest in California. *Forest Science* 35:1125-1131.
- Tucker, G.M. and Heath, M.F. 1994. *Birds in Europe: Their Conservation Status*. BirdLife International, Cambridge (UK).
- Tucker, G.M. 1999. Measuring the impacts of agriculture on biodiversity. In Brouwer, F and B. Crabtree (Eds.), *Environmental Indicators and Agricultural Policy*- CABI Publishing, Wallingford, U.K., pp 89-104.
- Tuomisto, H. and Ruokolainen, K. 2005. Environmental and the diversity of Pteridophytes and Melastomataceae in western Amazonia. *Biol. Skr* 55:37-56.

- Tutin, T.G., Burges, N.A., Chater, A.O., Edmondson, J.R., Heywood, V.H., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M. and Webb, D.A. 1968-1980. *Flora Europaea*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M. and Webb, D.A. 1993. *Flora Europaea*, ed. 2, Vol.1. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ullrich, K. S. 2001. The influence of wildflower strips on plant and insect (Heteroptera) diversity in an arable landscape. Dissertation. Swiss Federal Institute of Technology Zurich. Dipl. Biol. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, German.
- Unger, P.W. 1997. Management –induced aggregation and organic carbon concentrations in the surface layer of a Torreritic Paleustoll. *Soil and Tillage Research* 42: 185-208.
- USDA. 1980. study Team on organic farming: Report and recommendations on organic farming. Washington, DC: USDA,
- Vaišvila, Z., Arbačiauskas, J. and Mažvila, J. 2002. Pagrindines augalų maisto medžiagos skirtingos genezes dirvožemiuose [The main plant nutrients in soils of different genesis (summary)]//*Žemes ukio mokslai*, Lithuanian, pp 3-13.
- Van Dijk, G. 2001. Biodiversity and multifunctionality in European agriculture: priorities, current initiatives and possible new directions. Paper presented at the ECNC seminar in Brussels in March 2001, Geneva, UNEP-ROE.
- van Straalen, N.M. and Krivolutsky, D.A. 1996. *Bioindicator Systems for Soil Pollution*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp 1-272.
- Vavoulidou, E., Avramides, J., Wood, M. and Lolos, P. 2008. The response of soil quality indicators to the pesticide cadusaphos. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* 40:414-434.
- Vavoulidou, E., Coors, A., Dozsa-Farkas, K. and Rombke, J. 2009. Influence of farming practice, crop type and soil properties on the abundance of Enchytraeidae (Oligochaeta) in Greek agricultural soils. *Soil organisms* 81:197-212.
- Verbruggen, E., Röllingand, W.F.M., van der Heijden, M.G.A., Gamper, H.A., Kowalchuk, G.A. and Verhoef, H.A. 2010. Positive effects of organic farming on below-ground mutualists: large-scale comparison of mycorrhizal fungal communities in agricultural soils. *New Phytologist* 186: 968–979.

- Veromann, E., Tarang, T., Kevvai, R., Luik, A. and Williams, I. 2006. Insect pests and their natural enemies on spring oilseed rape in Estonia: impact of cropping systems. *Agricultural and Food Science* 15: 61-72.
- Vilá, M., Vayreda, J., Gracia, C. and Ibáñez, J.J. 2003. Does tree diversity increase wood production in pine forests? *Oecologia* 35: 299–303.
- Vilá, M., Vayreda, J., Comas, L., Ibáñez, J. J., Mata, T. and Obón, B. 2007. Species richness and wood production: a positive association in Mediterranean forests. *Ecology Letters* 10: 241–250.
- Vlyssides, A.G. 2012. Sustainable olive oil production. Presentation. National Technical University of Athens Chemical Engineering Department. Athens.
- Vogiatzakis, I.N., Mannion, A.M. and Griffiths, G.H. 2006. Mediterranean ecosystems: problems and tools for conservation. *Progress in Physical Geography* 30: 175–200.
- Von Lützw, M., Kögel-Knabner, I., Ekschmitt, K., Flessa, H., Guggenberger, G., Matzner, E. and Marschner, B. 2007. SOM fractionation methods: Relevance to functional pools and to stabilization mechanisms. *Soil Biology and Biochemistry* 39: 2183-2207.
- Vossen, P. 2007. Olive Oil: History, Production, and Characteristics of the World's Classic Oils. *Horticultural Science* 42: 1093-1100.
- Walters, M. 1994. *Eyewitness Handbooks: Birds Eggs*. Dorling Kindersley, London.
- Warburg, M.R. 1965. The microclimate in the habitats of two isopod species in Southern Arizona. *The American Midland Naturalist Journal* 73: 363-375.
- Warburg, M.R., Linsenmair, K.E. and Bercovitz, K. 1984. The effect of climate on the distribution and abundance of isopods. *Symposium of the Zoological Society of London* 53:339-367.
- Wardle, D. A. 1999. How soil food webs make plants grow. *Tree* 14: 418-420.
- Wasonga, V.O., Ngugi, R.K., Nyariki, D.M., Kironchi, G. and Njok, T.J. 2003. Effect of *Balanites glabra* canopy cover on grass production, organic matter and soil moisture in a southern Kenyan rangeland. *African Journal of Range and Forage Science* 20: 259–264.
- Watkins, C. 1998. A solemn and gloomy umbrage: Changing interpretations of the ancient oaks of Sherwood Forest. In: C. Watkins (Ed.). *European woods and forests: Studies in cultural history*, pp. 93–113. CAB International, Oxford, UK.

- Weeks, J.M., Sorokin, N., Johnson, I.J., Whitehouse, P., Ashton, D., Spurgeon, D., Hankard, P. and Svendsen, C., 2004. Biological Test Methods for Assessing Contaminated Land Science Group Report P5-069/TRI. Environment Agency, Bristol, UK.
- Weltzin, J.F. and Coughenour, M.B. 1990. Savanna tree influence on understorey vegetation and soil nutrients in north-western Kenya. *Journal of Vegetation Science* 1: 325-334.
- Whalen, J.K., Parmelee, R.W. and Edwards, C.A. 1998. Population dynamics of earthworm communities in corn agroecosystems receiving organic or inorganic fertilizer amendments. *Biology and Fertility of Soils* 27: 400–40.
- Whalen, J.K. and Parmelee, R.W. 2000. Earthworm secondary production and determination of N flux through earthworm communities in agroecosystems: Comparison of two approaches. *Oecologia* 124:561 –573.
- Whalen, K.J., Chang, C. and Olson, B.M. 2001. Nitrogen and phosphorus mineralization potentials of soils receiving repeated annual cattle manure applications. *Biology and Fertility of Soils* 34: 334-341.
- Whalen, J.K. and Chang, C. 2002. Macroaggregate characteristics in cultivated soils after annual manure applications. *Soil Science Society of America Journal* 66: 1637-1647.
- Wheeler, B.D. and Shaw, S.C. 1991. Above-ground crop mass and species richness of the principal types of herbaceous rich-fen vegetation of lowland England and Wales. *Journal of Ecology* 79: 285–301.
- Whelan, C.J. 2001. Foliage structure influences foraging of insectivorous forest birds: an experimental study. *Ecology* 82:219–231.
- Whitney, G.G. 1985. A quantitative analysis of the flora and plant communities of a representative midwestern U.S. Town. *Urban Ecology* 9: 143-160.
- Whittaker, R.H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. *Science* (Washington, D.C.) 147:250–260.
- Whittingham, M.J., Devereux, C.L., Evans, A.D. and Bradbury, R.B. 2006. Altering perceived predation risks and food availability: management prescriptions to benefit farmland birds on stubble fields. *Journal of Applied Ecology* 43: 640-650.
- Wiens, J.A. 1989. *The ecology of bird communities*. Cambridge University Press, Cambridge.

- Willems, J.H., Peet, R.K. and Bik, L. 1993. Changes in chalk grassland structure and species richness resulting from selective nutrient additions. *Journal of Vegetation Science* 4: 203–212.
- Willems, F. 1985. A Key to the Orthoptera Species of Greece. Hellenic Zoological Society, Athens.
- Willer, H., Youssefi-Menzler, M. and Sorensen, N. 2008. The World of Organic Agriculture, Statistics and Emerging Trends. pp 1-268.
- Wilson, J.D., Morris, A.J., Arroyo, B.E., Clark, S.C. and Bradbury, R.B. 1999. A review of the abundance and diversity of invertebrate and plant food of granivorous birds in northern Europe in relation to agricultural change. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 75: 13–30.
- Winston, M.L. 1997. *Nature Wars. People Vs. Pests.* Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Woinarski, J.C.Z., Brock, C., Armstrong, M., Hempel, C., Cheal, D.C. and Brennan, K. 2000. Bird distribution in riparian vegetation in the extensive natural landscape of Australia's tropical savanna: a broad-scale survey and analysis of a distributional data base. *Journal of Biogeography* 27:843–868.
- Wolters, G.L., Martin, A. and Pearson, H.A. 1982. Forage Response to overstory reduction on loblolly-shortleaf pine hardwood forest range. *Journal of Range Management* 35, 4: 443-446.
- Woodcock, B.A., Lawson, C.S., Mann, D.J. and McDonald, A.W. 2006. Effects of grazing management on beetle and plant assemblages during the re-creation of a flood-plain meadow.- *Agriculture, Ecosystems and Environment* 116: 225-234.
- Worthington, V. 1998. Effect of agricultural methods on nutritional quality: A comparison of organic with conventional crops, *Alternative therapies* 4: 58-68.
- Wretenberg, J., Part, T. and Berg, A. 2010. Changes in local species richness of farmland birds in relation to land-use changes and landscape structure. *Biological Conservation* 143:375–381.
- Wright, D.H. 1983. Species-energy theory: an extension of species-area theory. *Oikos*. 41: 496-506.
- Wright, S. 1997. Europe goes organic, *Food Ingredients Europe* 3:39-43.

- Xiang, C., Zhang, P. and Pan, G. 2006. Changes in diversity, protein content, and amino acid composition of earthworms from a paddy soil under different long-term fertilizations in the Tai Lake Region. *Acta Ecologica Sinica* 26: 1667–1673.
- XiaoDong, Y., TianHong, L. and HongZhang, Z. 2003. Species diversity of litter-layer beetles in the Fengtongzhai National Nature Reserve, Sichuan Province. *Acta Entomologica Sinica* 46: 609-616.
- Yang, X., Warren, M., Xiaoming, Z. 2007. Fertilization responses of soil litter fauna and litter quantity, quality, and turnover in low and high elevation forests of Puerto Rico. *Applied Soil Ecology* 37: 63–71.
- Yang, Y.H., Chen, Y.N. and Li, W.H. 2009. Relationship Between Soil Properties and Plant Diversity in a Desert Riparian Forest in the Lower Reaches of the Tarim River, Xinjiang, China. *Arid Land Research and Management*, 23: 283–296.
- Yeates, G.W., Bardgett, R.D., Cook, R., Hobbs, P.J., Bowling, P.J. and Potter, J.F. 1997. Faunal and microbial diversity in three Welsh grassland soils under conventional and organic management regimes. *Journal of Applied Ecology* 34:453–470.
- Younie, D. and Armstrong, G. 1995. Botanical and invertebrate diversity in organic and intensively fertilised grassland. *Land Use and Biodiversity: The Role of Organic Farming*. (Eds.), Isart J. and Llerana, J.J., Multitext, Barcelona, Spain, pp 35 – 44.
- Zechmeister, H. G., Schmitzberger, I., Steurer, B., Peterseil, J. and Wrbka, T. 2003. The influence of land-use practices and economics on plant species richness in meadows. *Biological Conservation* 114:165-177.
- Zicsi, A. 1991. Über die Regenwürmer Ungarns mit Bestimmungstabellen der Arten. *Opusc. Zool. Budapest* 24:167-191.
- Zimmer, M. and Topp, W. 1999. Relations between woodlice (Isopoda: Oniscidea), and microbial density and activity in the field. *Biology and Fertility of Soils* 30:117–123.
- Zobel, M. 1998. Species pool: the concept, its determination and significance for community restoration. *Applied Vegetation Science* 1: 55-66.
- Zohary, D. 1995. Olive. *Olea europaea* (Oleaceae). In: Smartt, J. and Simmonds, N.W. (Eds.), *Evolution of crop plants*, Longman, London, pp 379–382.
- Zohary, D. and Hopf, M. 2000. *Domestication of plants in the Old World*, 3rd edn. Oxford University Press, Oxford.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- Azeez, G. 2009. Soil Carbon and Organic Farming. Πρόσβαση: 12 Δεκεμβρίου 2010, (<http://www.soilassociation.org>).
- Αγροτύπος. 2005. ΕΕΠΕΣ: Εγκατάλειψη της αγροτικής γης με την πλήρη αποσύνδεση των επιδοτήσεων, 27 Μαΐου, 2005, πρόσβαση: 3 Απριλίου, 2011, (<http://www.agrotypos.gr/index.asp?mod=articles&id=5989>).
- Αγροτύπος. 2006. Εγκατάλειψη καλλιεργειών λόγω Κ.Α.Π. βλέπουν οι γεωπόνοι της Ο.Σ.Γ.Ι.Υ.Ε. Πρόσβαση: 2 Απριλίου, 2011, (<http://www.agrotypos.gr/index.asp?mod=articles&id=10841>).
- Βικιπαίδεια. 2013. Ελαιόλαδο. Πρόσβαση: 10 Μαρτίου 2013, (<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CF%8C%CE%BB%CE%B1%CE%B4%CE%BF>).
- Βιοποικιλότητα στην Ελλάδα. 2011. Πρόσβαση: 4 Ιουλίου 2011, (<http://www.biodiversity.gr/flora.php>).
- Briccoli Bati C., Santilli E., Guagliardi I. and Toscano, P. 2012. Cultivation Techniques. Πρόσβαση: 4 Ιουλίου 2012, (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>).
- Carabidae of the World. 2007-2012. Πρόσβαση: 1 Ιουλίου 2011, (<http://carabidae.pro/carabidae/search>).
- Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (EMY). 2011. Πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2011, (http://www.hnms.gr/hnms/greek/index_html).
- Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδας (Ε.Σ.Υ.Ε.). 2011. Πρόσβαση: 27 Ιουλίου 2011, (<http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/PAGE-themes>).
- Hanna. 2013. Απαραίτητα Θρεπτικά Στοιχεία για την ανάπτυξη των φυτών, Πρόσβαση: 10 Μαρτίου 2013, (http://www.hannagreece.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=88:2009-02-25-10-16-38&catid=96:2009-02-25-09-44-36&Itemid=65).
- Heckscher, S., Hornberger, K., Mostrom, A. and Marsh, B. 2002. Biodiversity declining: structural and compositional changes in a Pennsylvania piedmont forest. Πρόσβαση: 5 Ιουλίου 2012, (<http://research.yale.edu/gisf/assets/pdf/ppf/Heckscher.pdf>).

- International Federation of Organic Agriculture Movements – IFOAM. 2010. The Principles of Organic Agriculture. Πρόσβαση: 16 Δεκεμβρίου 2010, (<http://www.ifoam.org>).
- Karpea. 2011. Ποικιλίες ελιάς. Πρόσβαση: 29 Ιουλίου 2011, (<http://www.karpea.gr/el/nutrition/olive-varieties>).
- Lyons, R.K., Ginnett, T.F. and Taylor, R.B. 1998-2009. Πρόσβαση: 1 Ιουλίου 2011, (<http://www.texashuntfish.com/app/wildlife-resources/20380/Woody-Plants-and-Wildlife>).
- Planet Earth in danger. 2008. Βιοδείκτες: Άγρυπνοι ανιχνευτές των αλλαγών του περιβάλλοντος. Πρόσβαση: 3 Αυγούστου 2011, (http://earthsos.blogspot.com/2008/02/blog-post_22.html).
- Prosodol. 2011. Βασικές φυσικές παράμετροι. Πρόσβαση: 1 Ιουλίου 2011, (<http://www.prosodol.gr/?q=el/node/480#Φώσφορος>).
- RSPB. 2004. A-Z of Birds: Greenfinch. Πρόσβαση: 1 Ιουλίου 2011, (<http://www.rspb.org.uk/birds/guide/g/greenfinch/index.asp>).
- Ροτογιάννη, Η. 2011. Wildwaterwall. Φυτά δείκτες εδάφους. Πρόσβαση: 8 Αυγούστου 2011, (<https://sites.google.com/site/wildwaterwall/biokalliergeies/phyta-deiktes-edaphous>).
- Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων. 2011. Πρόσβαση: 22 Αυγούστου 2011, (<http://kpe-kastor.kas.sch.gr/dasos/b1/greekforests1.htm>)
- USGS. 2009. Bird point count. Πρόσβαση: 20 Ιουλίου 2011, (<http://www.pwrc.usgs.gov/Point/index.cfm?fa=pointcount.whatIsAPointCount>).
- WWF and BirdLife International. 2001. 'Η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ελιά: Από κάθε άποψη μη βιώσιμη', Κείμενο Guy Beaufor, Μετάφραση στα ελληνικά Τατιάνα Κωστή και Θεοδότα Νάτσιου, Επιμέλεια ελληνικού κειμένου Παναγιώτα Μαραγκού, Ιούνιος 2001, Πρόσβαση: 5 Αυγούστου 2011, (<http://www.panda.org/resources/programes/epo/arrdev/agrimission>).

Παράρτημα Ι. Συντεταγμένες των συστημάτων διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

	Περιοχή	X	Ψ
Βιολογικός ελαιώνας-B1	Νηές	0406167	4328414
Βιολογικός ελαιώνας-B2	Νηές	0406891	4328347
Βιολογικός ελαιώνας-B3	Νηές	0405373	4331759
Βιολογικός ελαιώνας-B4	Νηές	0407241	4328053
Βιολογικός ελαιώνας-B5	Νηές	0407110	4328569
Βιολογικός ελαιώνας-B6	Πτελεός	0409879	4321876
Βιολογικός ελαιώνας-B7	Πτελεός	0410021	4322047
Βιολογικός ελαιώνας-B8	Πτελεός	0409655	4324031
Βιολογικός ελαιώνας-B9	Πτελεός	0407896	4321106
Βιολογικός ελαιώνας-B10	Πτελεός	0407939	4321657
Συμβατικός ελαιώνας-Σ1	Νηές	0406321	4328505
Συμβατικός ελαιώνας-Σ2	Νηές	0406822	4328448
Συμβατικός ελαιώνας-Σ3	Νηές	0405379	4331864
Συμβατικός ελαιώνας-Σ4	Νηές	0406811	4328771
Συμβατικός ελαιώνας-Σ5	Νηές	0406948	4328927
Συμβατικός ελαιώνας-Σ6	Πτελεός	0410215	4321636
Συμβατικός ελαιώνας-Σ7	Πτελεός	0409841	4321556
Συμβατικός ελαιώνας-Σ8	Πτελεός	0409508	4323841
Συμβατικός ελαιώνας-Σ9	Πτελεός	0408373	4321029
Συμβατικός ελαιώνας-Σ10	Πτελεός	0408066	4321124
Εγκαταλειμμένος ελαιώνας-E1	Νηές	0405611	4329600
Εγκαταλειμμένος ελαιώνας-E2	Νηές	0405562	4329684
Εγκαταλειμμένος ελαιώνας-E3	Νηές	0405230	4331605
Εγκαταλειμμένος ελαιώνας-E4	Νηές	0405477	4329809
Εγκαταλειμμένος ελαιώνας-E5	Νηές	0405523	4329812
Εγκαταλειμμένος ελαιώνας-E6	Πτελεός	0410952	4323462
Εγκαταλειμμένος ελαιώνας-E7	Πτελεός	0409446	4323959
Εγκαταλειμμένος ελαιώνας-E8	Πτελεός	0409272	4323795
Εγκαταλειμμένος ελαιώνας-E9	Πτελεός	0406868	4320595
Εγκαταλειμμένος ελαιώνας-E10	Πτελεός	0407351	4320259
Μακί-M1	Νηές	0407112	4328097
Μακί-M2	Νηές	0405376	4329982
Μακί-M3	Νηές	0405226	4330613
Μακί-M4	Νηές	0407289	4327981
Μακί-M5	Νηές	0407193	4328189
Μακί-M6	Πτελεός	0409957	4322313
Μακί-M7	Πτελεός	0409618	4322499
Μακί-M8	Πτελεός	0409064	4324008
Μακί-M9	Πτελεός	0407578	4320114
Μακί-M10	Πτελεός	0409281	4319344

Παράρτημα II. Μέσος όρος και τυπική απόκλιση των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί κατά τη χειμερινή περίοδο.

Μεταβλητές	Περιγραφή Μεταβλητών	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
Κάλυψη ποωδών φυτών	Ποσοτική	75,80±9,28	61,61±7,94	33,41±5,11	29,18±3,76
Δείκτης ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών	Ποσοτική	2,27±0,14	2,00±0,20	1,25±0,08	1,75±0,23
Πυκνότητα διαχειμαζόντων ειδών πουλιών	Ποσοτική	7,63±1,20	5,67±1,01	7,05±2,09	7,02±1,42
Δείκτης ποικιλότητας Shannon των διαχειμαζόντων πουλιών	Ποσοτική	13,15±2,41	9,60±2,86	11,55±2,78	12,7±2,18
Πυκνότητα γαιοσκωλήκων	Ποσοτική	25,24±11,69	4,20±1,54	4,61±2,58	6,02±2,02
Βιομάζα γαιοσκωλήκων	Ποσοτική	143,61±94,39	56,60±27,75	39,95±22,01	73,40±35,24
Δείκτης ποικιλότητας Shannon των γαιοσκωλήκων	Ποσοτική	1,99±0,02	0,46±0,26	0,75±0,20	0,89±0,26
Έκταση χωραφιού	Ποσοτική	138,3±103,79	155,00±109,29	113,00±76,68	385,00±259,49
Υψόμετρο	Ποσοτική	80,34±51,71	62,85±47,19	145,13±51,23	111,09±63,12
Αποδόσεις ελαιώνων	Ποσοτική	44,15±2,39	47,55±3,73		
Κλίση εδάφους	Ποσοτική	23,60±8,94	17,60±5,96	23,60±10,91	25,20±12,55
Θερμοκρασία αέρα	Ποσοτική	7,92±2,37	10,75±1,79	6,50±3,57	9,22±2,24
Υγρασία αέρα	Ποσοτική	72,82±7,69	62,72±7,67	64,49±7,07	66,30±9,35
Θερμοκρασία εδάφους	Ποσοτική	10,70±1,29	12,00±0,96	11,93±0,69	11,23±0,84
Υγρασία εδάφους	Ποσοτική	21,35±1,50	17,64±1,30	17,75±1,12	19,91±1,93
Οργανικό λίπασμα Καλίου	Ποσοτική	81,00±14,49			
Ανόργανο λίπασμα Αζώτου	Ποσοτική		9,51±0,74		
Ανόργανο λίπασμα Καλίου	Ποσοτική		12,00±2,52		
Κοπριά	Ποσοτική	9,80±0,42			
*Ζιζανιοκτόνο	Ποιοτική	0	1	0	0
**Εντομοκτόνο	Ποιοτική	0	1	0	0
***Μυκητοκτόνο	Ποιοτική	1	1	0	0
****Έκθεση χωραφιού	Ποιοτική				
Άμμος	Ποσοτική	51,00±12,57	55,80±8,09	48,50±17,30	46,10±17,13

Αργίλος	Ποσοτική	23,60±8,94	17,60±5,96	23,60±10,91	25,20±12,55
Ιλύς	Ποσοτική	25,40±6,22	26,60±6,46	27,90±10,20	29,90±7,47
pH	Ποσοτική	7,14±1,14	6,77±0,75	6,97±0,92	7,18±0,60
ΙΑΚ	Ποσοτική	18,50±6,88	12,55±4,23	19,48±9,13	22,65±10,12
CaCO ₃	Ποσοτική	3,37±9,43	2,02±4,80	3,49±10,98	2,59±3,21
P	Ποσοτική	4,36±1,80	2,75±0,48	1,53±0,57	4,20±1,47
K	Ποσοτική	192,95±186,45	108,15±52,69	96,85±36,59	165,35±72,52
Οργανική ουσία	Ποσοτική	3,46±0,93	0,82±0,16	1,62±0,64	3,99±1,12
Νιτρικά ιόντα	Ποσοτική	5,95±3,19	9,14±4,80	2,77±1,07	3,71±2,28
Αμμωνιακά ιόντα	Ποσοτική	4,05±1,23	5,22±3,66	2,76±0,79	3,18±0,80
Ολικό άζωτο	Ποσοτική	0,20±0,06	0,35±0,12	0,11±0,03	0,20±0,06
Λόγος C/N	Ποσοτική	9,08±3,36	4,83±2,45	4,22±1,28	11,85±4,59
Χαλίκια εδάφους	Ποσοτική	14,52±1,71	18,33±2,35	16,48±3,73	14,72±3,09
Φαινομενική πυκνότητα	Ποσοτική	0,99±0,04	1,30±0,09	1,12±0,05	0,96±0,03
**** Φυλλοστρωμνή	Ποιοτική	1	0	2	2

*Ζιζανιοκτόνο (0: Απουσία, 1: Παρουσία), **Έντομοκτόνο (0: Απουσία, 1: Παρουσία), ***Μυκητοκτόνο (0: Απουσία, 1: Παρουσία), ****Εκθεση χωραφιού (1:Ανατολική, 2:Βόρειοανατολική,3:Βόρεια,4:Νότια,5:Βόρειαδυτική,6:Νότιοδυτική,7:Δυτική), *****Φυλλοστρωμνή (0: χαμηλή, 1: μέτρια, 2:υψηλή).

Παράρτημα III. Μέσος όρος και τυπική απόκλιση των γεωργικών και περιβαλλοντικών παραγόντων στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί κατά την εαρινή περίοδο.

Μεταβλητές	Περιγραφή Μεταβλητών	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
Κάλυψη ποωδών φυτών	Ποσοτική	84,40±5,96	73,80±5,36	66,79±4,81	34,01±4,23
Βιομάζα ποωδών φυτών	Ποσοτική	69,40±5,21	58,80±4,39	51,79±4,01	19,01±3,51
Δείκτης ποικιλότητας Shannon των ποωδών φυτών	Ποσοτική	2,63±0,06	2,37±0,04	2,50±0,04	1,87±0,05
Πυκνότητα αναπαραγόμενων ειδών πουλιών	Ποσοτική	3,87±0,84	2,31±0,45	3,08±0,97	3,90±0,83
Δείκτης ποικιλότητας Shannon των αναπαραγόμενων ειδών	Ποσοτική	1,08±0,23	0,69±0,30	0,87±0,30	1,10±0,34
Πυκνότητα ξυλωδών φυτών	Ποσοτική	7,14±0,42	4,25±0,64	8,85±0,76	13,48±0,23
Φυτοκάλυψη ξυλωδών φυτών	Ποσοτική	71,29±3,04	60,58±4,02	79,79±1,39	90,42±2,66
Ύψος ξυλωδών φυτών	Ποσοτική	0,49±0,01	0,44±0,02	0,59±0,02	0,76±0,02
Δείκτης ποικιλότητας Shannon των ξυλωδών φυτών	Ποσοτική	1,29±0,06	0,90±0,12	0,87±0,30	1,22±0,42
Πυκνότητα Carabidae	Ποσοτική	21,41±15,56	0,75±1,65	7,35±12,31	15,18±17,72
Δείκτης ποικιλότητας Shannon των Carabidae	Ποσοτική	2,20±0,19	0,20±0,36	1,37±1,67	1,67±0,52
Πυκνότητα Tenebrionidae	Ποσοτική	36,60±27,44	3,19±3,08	16,82±17,90	32,91±23,11
Δείκτης ποικιλότητας Shannon των Tenebrionidae	Ποσοτική	2,14±0,41	1,32±0,34	1,69±0,55	2,07±0,18
Πυκνότητα ισοπόδων	Ποσοτική	9,3±2,1	6,86±2,3	7,69±2,4	8,13±2,5
Δείκτης ποικιλότητας Shannon των ισοπόδων	Ποσοτική	0,13±0,10	0,10±0,09	0,28±0,21	0,19±0,12
Έκταση χωραφιού	Ποσοτική	138,30±193,79	155,00±109,29	113,00±76,68	385,00±259,49
Υψόμετρο	Ποσοτική	80,34±51,71	62,85±47,19	145,13±51,23	111,09±63,12
Κλίση εδάφους	Ποσοτική	29,65±21,05	23,96±17,97	60,03±16,88	54,41±12,02
Θερμοκρασία αέρα	Ποσοτική	17,49±1,77	18,66±1,47	20,03±2,07	19,45±2,93
Υγρασία αέρα	Ποσοτική	69,01±8,65	63,85±6,25	59,09±12,39	62,75±6,96
Οργανικό λίπασμα Καλίου	Ποσοτική	81,00±14,49			

Ανόργανο λίπασμα Αζώτου	Ποσοτική		9,51±0,74		
Ανόργανα λίπασμα Καλίου	Ποσοτική		20,64±2,58		
Κοπριά	Ποσοτική	9,80±0,42			
*Ζιζανιοκτόνο	Ποιοτική	0	1	0	0
**Εντομοκτόνο	Ποιοτική	0	1	0	0
***Μυκητοκτόνο	Ποιοτική	1	1	0	0
****Εκθεση χωραφιού	Ποιοτική				
Άμμος	Ποσοτική	51,00±12,57	55,80±8,09	48,50±17,30	46,10±17,13
Άργιλος	Ποσοτική	23,60±8,94	17,60±5,96	23,60±10,91	25,20±12,55
Ίλύς	Ποσοτική	25,40±6,22	26,60±6,46	27,90±10,20	29,90±7,47
pH	Ποσοτική	7,01±1,14	6,77±0,75	6,97±0,92	7,18±0,60
ΙΑΚ	Ποσοτική	18,50±6,88	12,55±4,23	19,48±9,13	22,65±10,12
CaCO ₃	Ποσοτική	3,37±9,43	2,02±4,80	3,49±10,98	2,59±3,21
P	Ποσοτική	4,36±1,80	2,75±0,48	1,53±0,57	4,20±1,47
K	Ποσοτική	192,95±186,45	108,15±52,69	96,85±36,59	165,35±72,52
Οργανική ουσία	Ποσοτική	3,46±0,93	0,82±0,16	1,62±0,64	3,99±1,12
Λόγος C/N	Ποσοτική	9,08±3,36	4,83±2,45	4,22±1,28	11,85±4,59
Χαλίκια εδάφους	Ποσοτική	14,52±1,71	18,33±2,35	16,48±3,73	14,72±3,09
Φαινομενική πυκνότητα	Ποσοτική	0,99±0,04	1,30±0,09	1,12±0,05	0,96±0,03
****Φυλλοστρωμνή	Ποιοτική	1	0	2	2
*****Διάβρωση εδάφους	Ποιοτική	0	1	0	0

*Ζιζανιοκτόνο (0: Απουσία, 1: Παρουσία), **Εντομοκτόνο (0: Απουσία, 1: Παρουσία), ***Μυκητοκτόνο (0: Απουσία, 1: Παρουσία), ****Εκθεση χωραφιού (1:Ανατολική, 2:Βόρειοανατολική,3:Βόρεια,4:Νότια,5:Βόρειαδυτική,6:Νότιοδυτική,7:Δυτική), *****Φυλλοστρωμνή (0: χαμηλή, 1: μέτρια, 2:υψηλή), *****Διάβρωση εδάφους (0:όχι, 1:ναι).

Παράρτημα IV. Είδη ποωδών φυτών που καταγράφηκαν στους ελαιώνες της περιοχής έρευνας κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο.

Είδος	Οικογένεια	Εποχή	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
<i>Aegilops ovata</i>	Poaceae	X*,A**	+			+
<i>Aegilops geniculata</i>		A	+	+	+	
<i>Aira elegantissima</i>		A	+	+	+	+
<i>Alopecurus myosuroides</i>		X	+	+	+	
<i>Briza maxima</i>		A	+	+	+	+
<i>Bromus tectorum</i>		A	+		+	
<i>Cynosurus echinatus</i>		A	+			
<i>Dactylis glomerata</i>		A	+	+	+	+
<i>Gaudinia fragilis</i>		A	+	+	+	+
<i>Hordeum bulbosum</i>		A	+	+	+	+
<i>Hordeum murinum</i>		X	+	+	+	
<i>Lagurus ovatus</i>		A	+		+	
<i>Lolium perenne</i>		A	+		+	
<i>Piptatherum miliaceum</i>		A	+	+	+	+
<i>Psilurus incurvus</i>		X	+	+		
<i>Setaria verticillata</i>		A	+	+	+	+
<i>Sorghum halepense</i>		A	+	+		
<i>Avena barbata</i>		A	+	+	+	+
<i>Anthemis arvensis</i>	Asteraceae	X,A	+	+	+	+
<i>Anthemis chia</i>		X	+	+		+
<i>Bellis annua</i>		X	+	+	+	
<i>Calendula arvensis</i>		X		+	+	
<i>Carduus pycnocephalus</i>		X,A	+	+	+	+
<i>Chrysanthemum segetum</i>		X,A	+	+	+	+
<i>Cichorium intybus</i>		X	+			
<i>Crepis rubra</i>		A	+	+	+	+
<i>Crupina crupinastrum</i>		A	+	+	+	+

<i>Onopordum acanthium</i>		A	+			
<i>Onopordum illyricum</i>		X,A	+		+	
<i>Onopordum tauricum</i>		A	+			
<i>Matricaria chamomilla</i>		A	+	+	+	+
<i>Leontodon tuberosus</i>		X,A	+	+		+
<i>Sonchus arvensis</i>		X,A	+	+	+	
<i>Sonchus oleraceus</i>		X	+	+	+	+
<i>Xanthium spinosum</i>		X,A	+		+	+
<i>Lupinus angustifolius</i>	Fabaceae	X	+	+	+	+
<i>Medicago lupulina</i>		A	+	+	+	
<i>Trifolium angustifolium</i>		X	+	+		+
<i>Trifolium arvense</i>		A	+	+	+	+
<i>Trifolium campestre</i>		A	+	+	+	+
<i>Vicia cracca</i>		X		+	+	
<i>Capsella bursapastoris</i>	Brassicaceae	X	+		+	+
<i>Raphanus raphanistrum</i>		X,A	+	+	+	+
<i>Rapistrum rugosum</i>		A	+		+	
<i>Parietaria officinalis</i>		A	+		+	
<i>Sinapis arvensis</i>		A	+	+	+	
<i>Alcea biennis</i>	Malvaceae	A	+	+	+	
<i>Lavatera arborea</i>		A	+		+	
<i>Malva sylvestris</i>		X,A	+	+	+	
<i>Arisarum vulgare</i>	Araceae	X,A	+	+	+	+
<i>Arum maculatum</i>		X	+		+	
<i>Dracunculus vulgaris</i>		X,A	+		+	+
<i>Anemone coronaria</i>	Ranunculaceae	X	+			
<i>Anemone pavonina</i>		X			+	+
<i>Asphodeline lutea</i>	Asphodelaceae	A	+			
<i>Asphodelus aestivus</i>		X	+	+	+	

<i>Asphodelus ramosus</i>		X	+		+	+
<i>Daucus carota</i>	Apiaceae	X,A	+	+	+	+
<i>Eryngium campestre</i>		A	+	+	+	+
<i>Orlaya daucooides</i>		A	+	+	+	+
<i>Orlaya grandiflora</i>		A	+		+	+
<i>Oenanthe pimpinelloides</i>		A	+		+	+
<i>Pallenis spinosa</i>		X,A	+	+	+	
<i>Smyrniium rotundifolium</i>		A	+			
<i>Tordylium apulum</i>		A	+	+	+	+
<i>Ferulago nodosa</i>		A	+		+	+
<i>Convolvulus althaeoides</i>	Convolvulaceae	A	+	+	+	+
<i>Convolvulus elegantissimus</i>		A	+	+	+	+
<i>Fumaria officinalis</i>	Papaveraceae	A	+	+	+	+
<i>Papaver nigrotinctum</i>		A	+	+	+	+
<i>Papaver rhoeas</i>		A	+	+	+	+
<i>Agrostemma githago</i>	Caryophyllaceae	X	+	+	+	
<i>Stellaria media</i>		X	+	+		
<i>Silene cretica</i>		X,A	+	+	+	+
<i>Amaranthus deflexus</i>	Amaranthaceae	X	+	+	+	
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	Orchidaceae	A	+	+		
<i>Neottia nidus-avis</i>		X	+		+	+
<i>Anagallis arvensis</i>	Primulaceae	A	+	+	+	+
<i>Asterolinon linumstellatum</i>		X	+	+		
<i>Cyclamen graecum</i>		X,A	+	+	+	+
<i>Bellardia trixago</i>	Scrophulariaceae	A	+	+	+	
<i>Orobanche purpurea</i>		A	+		+	+
<i>Verbascum undulatum</i>		X,A	+		+	
<i>Bituminaria bituminosa</i>	Leguminosae	X	+	+	+	+
<i>Onobrychis caputgalli</i>		A	+	+	+	

<i>Scorpiurus muricatus</i>		A	+	+	+	+
<i>Campanula spathulata</i>	Campanulaceae	A	+	+	+	+
<i>Erodium cicutarium</i>	Geraniaceae	X,A	+	+	+	+
<i>Geranium robertianum</i>		X,A	+	+	+	+
<i>Geranium tuberosum</i>		X	+		+	+
<i>Lilium candidum</i>	Liliaceae	X			+	+
<i>Muscari comosum</i>		A	+	+	+	+
<i>Narcissus tazetta</i>		X			+	+
<i>Cistus incanus</i>	Cistaceae	A	+		+	
<i>Tuberaria guttata</i>		A	+	+	+	+
<i>Lamium amplexicaule</i>	Lamiaceae	X	+	+	+	
<i>Phlomis fruticosa</i>		X	+		+	
<i>Salvia verbenaca</i>		X,A	+	+	+	+
<i>Salvia viridis</i>		A	+	+	+	+
<i>Satureja nervosa</i>		A	+			
<i>Stachys cretica</i>		X	+	+	+	
<i>Carex flacca</i>	Cyperaceae	A	+		+	+
<i>Echium plantagineum</i>	Boraginaceae	A	+	+	+	+
<i>Knautia integrifolia</i>	Dipsacaceae	A	+	+	+	
<i>Scabiosa stellata</i>		A	+		+	
<i>Euphorbia helioscopia</i>	Euphorbiaceae	A	+	+	+	+
<i>Mercurialis annua</i>		X	+	+	+	+
<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae	A	+	+	+	
<i>Galium aparine</i>	Rubiaceae	X,A	+	+	+	+
<i>Gladiolus italicus</i>	Iridaceae	X,A	+	+	+	+
<i>Plantago major</i>	Plantaginaceae	X		+		
<i>Geum coccineum</i>	Rosaceae	X	+			
<i>Tribulus terrestris</i>	Zygophyllaceae	A	+		+	
<i>Urtica dioica</i>	Urticaceae	X	+	+		

Παράρτημα V. Είδη ξυλωδών φυτών που καταγράφηκαν στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

Είδος	Οικογένεια	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
<i>Arbutus adrachne</i>	Ericaceae				+
<i>Arbutus unedo</i>	Ericaceae			+	+
<i>Crataegus monogyna</i>	Rosaceae	+	+	+	+
<i>Calycotome villosa</i>	Leguminosae			+	+
<i>Cercis siliquastrum</i>	Leguminosae	+	+	+	+
<i>Cistus incanus</i>	Cistaceae			+	+
<i>Equisetum arvense</i>	Equisetaceae				+
<i>Erica manipuliflora</i>	Ericaceae	+	+	+	+
<i>Ficus carica</i>	Moraceae			+	
<i>Fumana thymifolia</i>	Cistaceae			+	+
<i>Inula helenium</i>	Asteraceae	+	+	+	+
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Cupressaceae		+	+	+
<i>Juniperus phoenicea</i>	Cupressaceae	+	+	+	+
<i>Myrtus communis</i>	Myrtaceae			+	+
<i>Olea europaea</i>	Oleaceae	+	+	+	
<i>Olea. europaea var. sylvestris</i>	Oleaceae	+	+	+	+
<i>Paliurus spina-christi</i>	Rhamnaceae	+	+	+	+
<i>Phlomis fruticosa</i>	Lamiaceae	+	+		+
<i>Pistacia lentiscus</i>	Anacardiaceae	+	+	+	+
<i>Pistacia terebinthus</i>	Anacardiaceae			+	+
<i>Pyrus amygdaliformis</i>	Rosaceae	+	+	+	+
<i>Pyrus communis</i>	Rosaceae	+	+		
<i>Quercus coccifera</i>	Fagaceae	+	+	+	+
<i>Quercus pubescens</i>	Fagaceae				+
<i>Rhamnus alaternus</i>	Rhamnaceae			+	+

<i>Rubus fruticosus</i>	Rosaceae	+	+	+	+
<i>Salvia officinalis</i>	Lamiaceae				+
<i>Satureja thymbra</i>	Lamiaceae	+		+	+
<i>Smilax aspera</i>	Smilacaceae	+		+	+
<i>Spartium junceum</i>	Fabaceae		+	+	+
<i>Ulmus campestris</i>	Ulmaceae	+			+
<i>Vitex agnus-castus</i>	Lamiaceae	+	+	+	

Παράρτημα VI. Είδη γαιοσκωλήκων που καταγράφηκαν στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

Είδος	Οικογένεια	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	Lumbricidae	+	+	+	+
<i>Aporrectodea trapezoides</i>	Lumbricidae	+		+	+
<i>Dendrobaena byblica</i>	Lumbricidae	+	+	+	+
<i>Dendrobaena cognettii</i>	Lumbricidae	+			+
<i>Dendrobaena veneta</i>	Lumbricidae	+		+	+
<i>Microscolex dubius</i>	Megascolecidae	+	+	+	+
<i>Microscolex phosphoreus</i>	Megascolecidae	+		+	+
<i>Octodrilus complanatus</i>	Lumbricidae	+	+	+	+
<i>Octodrilus croaticus</i>	Lumbricidae	+	+	+	+

Παράρτημα VII. Είδη της οικογένειας Carabidae που καταγράφηκαν στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

Είδη	BA*	ΣΑ	EA	MA	BM	ΣΜ	EM	MM	BI	ΣΙ	EI	MI
<i>Acinopus baudii</i>	+			+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Amara aenea</i>	+			+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Amara aulica</i>					+			+	+	+	+	+
<i>Brachinus crepitans</i>	+			+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Calathus korax</i>					+	+		+	+		+	+
<i>Calosoma sycophanta</i>					+		+	+	+			+
<i>Carabus convexus</i>	+		+	+	+		+	+	+		+	+
<i>Carabus coriaceus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Carabus graecus</i>					+		+	+	+		+	+
<i>Carabus preslii</i>	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+
<i>Carabus violaceus</i>		+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Dixus obscurus</i>					+		+	+	+	+	+	+
<i>Laemostenus cimmerius</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Molops piceus</i>	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Myas chalybaeus</i>					+	+	+	+	+		+	+
<i>Odontocarus robustus</i>		+		+	+		+	+	+			+
<i>Pachycarus cyaneus</i>	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Poecilus punctulatus</i>					+		+	+	+			+
<i>Pterostichus minor</i>									+			+
<i>Pterostichus nigrita</i>					+		+	+	+			+
<i>Zabrus femoratus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Zabrus graecus</i>									+			

*BA: Βιολογικοί ελαιώνες Απρίλιος, ΣΑ: Συμβατικοί ελαιώνες Απρίλιος, EA: Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες Απρίλιος, BM: Βιολογικοί ελαιώνες Μάιος, ΣΑ: Συμβατικοί ελαιώνες Μάιος, EM: Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες Μάιος, MM: Μακί Μάιος, BI: Βιολογικοί ελαιώνες Ιούνιος, ΣΑ: Συμβατικοί ελαιώνες Ιούνιος, EA: Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες Ιούνιος, MI: Μακί Ιούνιος.

VIII. Είδη της οικογένειας Tenebrionidae που καταγράφηκαν στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

Είδη	*BA	ΣΑ	ΕΑ	ΜΑ	ΒΜ	ΣΜ	ΕΜ	ΜΜ	ΒΙ	ΣΙ	ΕΙ	ΜΙ
<i>Akis elongata</i>				+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Asida sp1</i>	+				+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asida sp2</i>			+	+	+		+		+	+	+	+
<i>Blaps abbreviata</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Blaps lethiphera</i>	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Blaps mucronata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dailognatha quandricollis</i>				+	+		+	+	+			+
<i>Dendarus anaphianus</i>				+	+	+	+	+	+			+
<i>Dendarus graecus</i>	+				+		+	+	+			+
<i>Erodius orientalis</i>		+		+	+			+	+			+
<i>Graecopachys quadricollis</i>	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+
<i>Helops rossii</i>	+		+		+		+	+	+			+
<i>Opatroides punctulatus</i>				+	+	+	+	+	+			+
<i>Opatrum sabulosum</i>					+		+	+	+		+	+
<i>Pachyscelis villosa</i>					+	+	+	+		+	+	
<i>Pachyscelis rotundata</i>				+	+			+	+	+	+	+
<i>Pedinus quadratus</i>				+	+	+	+	+	+	+		+
<i>Pimelia sericella</i>	+				+		+	+	+			
<i>Pimelia subglobosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Stenosis orientalis</i>					+		+	+	+	+		
<i>Tentyria rotundata</i>	+			+	+	+	+	+	+		+	+
<i>Zophosis punctata</i>		+		+	+	+	+	+	+			+

*BA: Βιολογικοί ελαιώνες-Απρίλιος, ΣΑ: Συμβατικοί ελαιώνες-Απρίλιος, ΕΑ: Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες-Απρίλιος, ΒΜ: Βιολογικοί ελαιώνες-Μάιος, ΣΜ: Συμβατικοί ελαιώνες-Μάιος, ΕΜ: Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες-Μάιος, ΜΜ: Μακί-Μάιος, ΒΙ: Βιολογικοί ελαιώνες-Ιούνιος, ΣΙ: Συμβατικοί ελαιώνες-Ιούνιος, ΕΙ: Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες-Ιούνιος, ΜΙ: Μακί-Ιούνιος.

Παράρτημα ΙΧ. Είδη των ισοπόδων που καταγράφηκαν στα συστήματα διαχείρισης ελαιώνων και μακί.

Είδη	Οικογένεια	BA*	ΣΑ	ΕΑ	ΜΑ	ΒΜ	ΣΜ	ΕΜ	ΜΜ	ΒΙ	ΣΙ	ΕΙ	ΜΙ
<i>Armadillidium tuberculatum</i>	Armadillidiidae	+	+			+	+		+	+	+	+	
<i>Armadillidium vulgare</i>	Armadillidiidae	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Armadillo officinalis</i>	Armadillidae	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Leptotrichus naupliensis</i>	Porcellionidae	+				+		+					
<i>Porcellio laevis</i>	Porcellionidae	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Porcellio obsoletus</i>	Porcellionidae						+	+	+			+	+
<i>Porcellionides pruinosus</i>	Porcellionidae	+	+	+			+	+	+	+		+	

*BA: Βιολογικοί ελαιώνες-Απρίλιος, ΣΑ: Συμβατικοί ελαιώνες-Απρίλιος, ΕΑ: Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες-Απρίλιος, ΒΜ: Βιολογικοί ελαιώνες-Μάιος, ΣΜ: Συμβατικοί ελαιώνες-Μάιος, ΕΑ: Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες-Μάιος, ΜΜ: Μακί-Μάιος, ΒΙ: Βιολογικοί ελαιώνες-Ιούνιος, ΣΑ: Συμβατικοί ελαιώνες-Ιούνιος, ΕΑ: Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες-Ιούνιος, ΜΜ: Μακί-Ιούνιος.

Παράρτημα Χ. Διαχειμάζοντα είδη πουλιών που καταγράφηκαν στους ελαιώνες της περιοχής έρευνας κατά τη χειμερινή περίοδο.

Είδη	Οικογένεια	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί	Τροφική Κατάσταση ¹	Οδηγία 2009/147 ΕΟΚ	SPEC ²
<i>Anthus pratensis</i>	Motacillidae	+			+	Π		
<i>Carduelis cannabina</i>	Fringillidae	+			+	Σ		2
<i>Carduelis carduelis</i>	Fringillidae	+	+	+	+	Σ		
<i>Carduelis chloris</i>	Fringillidae	+	+	+	+	Σ		
<i>Carduelis spinus</i>	Fringillidae	+	+			Σ		
<i>Cettia cetti</i>	Sylviidae			+	+	E		
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	Fringillidae				+	Π		
<i>Emberiza cirrus</i>	Emberizidae	+	+	+	+	E/Σ		
<i>Emberiza melanocephala</i>	Emberizidae		+			E/Σ		2
<i>Erithacus rubecula</i>	Muscicapidae	+	+	+	+	E		
<i>Fringilla coelebs</i>	Fringillidae	+	+	+	+	Σ	I	
<i>Fringilla montifringilla</i>	Fringillidae			+		Π		
<i>Galerida cristata</i>	Alaudidae				+	E/Σ		3
<i>Garrulus glandarius</i>	Corvidae	+		+	+	Π	II/2	
<i>Loxia curvirostra</i>	Fringillidae	+				Σ		
<i>Lullula arborea</i>	Alaudidae	+				E/Σ	I	2
<i>Parus caeruleus</i>	Paridae	+	+	+	+	E		
<i>Parus lugubris</i>	Paridae	+	+	+	+	E/Σ		
<i>Parus major</i>	Paridae	+	+	+	+	E		
<i>Passer domesticus</i>	Passeridae	+	+		+	E/Σ		3
<i>Phylloscopus collybita</i>	Sylviidae	+	+	+	+	E		
<i>Prunella modularis</i>	Prunellidae	+	+	+	+	E		
<i>Regulus ignicapillus</i>	Regulidae	+	+		+	E		
<i>Regulus regulus</i>	Regulidae	+	+	+	+	E		
<i>Saxicola rubetra</i>	Muscicapidae	+	+	+	+	E		

<i>Saxicola torquata</i>	Muscicapidae				+	E		
<i>Scolopax rusticola</i>	Scolopacidae			+	+	Π	II/1, III/2	3
<i>Serinus serinus</i>	Fringillidae	+	+	+	+	Σ		
<i>Sylvia atricapilla</i>	Sylviidae	+	+	+	+	Π		
<i>Sylvia hortensis</i>	Sylviidae	+	+	+	+	E		3
<i>Sylvia melanocephala</i>	Sylviidae	+	+	+	+	E		
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Troglodytidae	+	+	+	+	Π	I	
<i>Turdus iliacus</i>	Turdidae	+	+		+	Π	II/2	
<i>Turdus merula</i>	Turdidae	+	+	+	+	E	II/2	
<i>Turdus philomelos</i>	Turdidae	+	+	+	+	Π	II/2	
<i>Turdus viscivorus</i>	Turdidae	+	+	+	+	Π	II/2	

¹ Ε: εντομοφάγο, Σ: σποροφάγο, Ε/Σ: εντομοφάγο/σποροφάγο, Π: παμφάγο, Ε/Κ: εντομοφάγο/καρποφάγο. ²SPEC 2: Μη έντονη παρουσία στην Ευρώπη αλλά σε μια ευνοϊκή κατάσταση διατήρησης; SPEC 3: Μη έντονη παρουσία στην Ευρώπη αλλά σε μια μη ευνοϊκή κατάσταση διατήρησης.

Παράρτημα XI. Αναπαραγόμενα είδη πουλιών που καταγράφηκαν στους ελαιώνες της περιοχής έρευνας κατά την εαρινή περίοδο.

Είδη	Οικογένεια	Βιολογικοί ελαιώνες	Συμβατικοί ελαιώνες	Εγκαταλειμμένοι ελαιώνες	Μακί	Τροφική κατάσταση ¹	Οδηγία 2009/147 EOK	SPEC ²
<i>Caprimulgus europaeus</i>	Caprimulgidae	+		+	+	I	I	2
<i>Carduelis cannabina</i>	Fringillidae	+		+	+	G		2
<i>Carduelis carduelis</i>	Fringillidae	+	+	+	+	G		
<i>Carduelis chloris</i>	Fringillidae	+	+	+	+	G		
<i>Cettia cetti</i>	Sylviidae	+	+		+	I	I	
<i>Cisticola juncidis</i>	Cisticolidae	+			+	I		
<i>Cuculus canorus</i>	Cuculidae	+	+	+	+	I	I	
<i>Emberiza cirius</i>	Emberizidae	+	+	+	+	I/G		
<i>Emberiza melanocephala</i>	Emberizidae	+	+	+	+	I/G		2
<i>Erithacus rubecula</i>	Muscicapidae				+	I		
<i>Fringilla coelebs</i>	Fringillidae	+	+	+	+	G		
<i>Galerida cristata</i>	Alaudidae	+				I/G		3
<i>Garrulus glandarius</i>	Corvidae	+	+	+		O		
<i>Hippolais olivetorum</i>	Acrocephalidae	+	+	+	+	I	I	
<i>Hippolais pallida</i>	Acrocephalidae	+	+	+	+	I		3
<i>Lanius collurio</i>	Laniidae	+		+	+	I	I	3
<i>Lanius minor</i>	Laniidae	+		+	+	I	I	2
<i>Lanius nubicus</i>	Laniidae	+		+	+	I		2
<i>Lanius senator</i>	Laniidae	+	+	+	+	I		2
<i>Luscinia megarhynchos</i>	Muscicapidae	+	+	+	+	O		
<i>Miliaria calandra</i>	Emberizidae	+		+	+	O		2
<i>Muscicapa striata</i>	Muscicapidae	+		+	+	I		3
<i>Oenanthe hispanica</i>	Muscicapidae		+		+	O		2
<i>Oenanthe leucura</i>	Muscicapidae	+			+	O	I	3
<i>Parus caeruleus</i>	Paridae			+	+	I		
<i>Parus lugubris</i>	Paridae	+	+	+	+	I/G		

<i>Parus major</i>	Paridae	+	+	+	+	I		
<i>Passer domesticus</i>	Paridae	+	+		+	I/G		
<i>Streptopelia turtur</i>	Columbidae	+	+	+	+	G	I I/2	3
<i>Sylvia atricapilla</i>	Sylviidae				+	O		
<i>Sylvia cantillans</i>	Sylviidae	+		+	+	I/F		
<i>Sylvia hortensis</i>	Sylviidae	+	+	+	+	I		3
<i>Sylvia curruca</i>	Sylviidae			+		I		
<i>Sylvia melanocephala</i>	Sylviidae	+	+	+	+	I		
<i>Turdus merula</i>	Turdidae	+	+	+	+	O	II/2	
<i>Upupa epops</i>	Upupidae	+	+	+	+	O		3

¹ Ε:εντομοφάγο, Σ:σποροφάγο, Ε/Σ: εντομοφάγο/σποροφάγο, Π:παμφάγο, Ε/Κ: εντομοφάγο/καρποφάγο. ²SPEC 2: Μη έντονη παρουσία στην Ευρώπη αλλά σε μια ευνοϊκή κατάσταση διατήρησης; SPEC 3: Μη έντονη παρουσία στην Ευρώπη αλλά σε μια μη ευνοϊκή κατάσταση διατήρησης.