



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΜΕΑΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ –
ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

**ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΛΑΦΟΠΑΝΙΔΑΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ
ΤΥΠΟΥΣ ΟΙΚΟΤΟΠΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΔΡΟ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΑ ΕΙΔΗ
ΤΩΝ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΩΝ ΚΟΛΕΟΠΤΕΡΩΝ CARABIDAE ΚΑΙ
ΤΕΝΕΒΡΙΟΝΙΔΑΕ**



Υπεύθυνος Καθηγητής: Παφίλης Παναγιώτης

Επίβλεψη: Αναστασίου Ιωάννης

Σχεδιασμός και Υλοποίηση Πειράματος: Αναστασίου Ιωάννης, Κουλαμάς Άρης

ΜΟΣΧΟΥ ΙΩΑΝΝΑ

A.M. 101805

ΑΘΗΝΑ 2021

Πρόλογος

Η εκπόνηση της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας αποτέλεσε για εμένα μία πολύ μεγάλη διδακτική εμπειρία. Πέρα από ζητήματα, όπως η υλοποίηση πειραμάτων και η ανάλυση αποτελεσμάτων, με βοήθησε να αναπτύξω κριτική σκέψη, όχι μόνο από τις γνώσεις που απέκτησα όλο αυτό το χρονικό διάστημα αλλά και από τις συζητήσεις και τις συναναστροφές μου με καλούς ερευνητές και συνεργάτες.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή Πανεπιστημίου Αθηνών κύριο Παναγιώτη Παφίλη, υπεύθυνο της μεταπτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας, τόσο για την αποδοχή και την ανάθεση του θέματος όσο και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε για την διεκπεραίωση αυτής της εργασίας. Το μάθημα μαζί του ήταν καθοριστικό για να ακολουθήσω την συγκεκριμένη κατεύθυνση.

Φυσικά ένα μεγάλο ευχαριστώ στον Δρ. Ιωάννη Αναστασίου για τον σχεδιασμό του πειράματος, την εποπτεία της εργασίας, την καθοδήγηση που μου έδωσε, την συμπαράσταση και τις συμβουλές του καθ' όλη τη διάρκεια της συνεργασίας μας.

Ευχαριστώ από καρδιάς τον υποψήφιο διδάκτορα Άρη Κουλαμά, για την υλοποίηση του πειράματος και βασικά για την ακούραστη προσπάθειά του να λύσει κάθε μου απορία την οποιαδήποτε στιγμή και να με βοηθήσει ουσιαστικά για την επίτευξη της διπλωματικής μου.

Από τις ευχαριστίες μου δεν θα μπορούσαν να απουσιάζουν τα παιδιά του εργαστηρίου «17»: η Βάνα Παϊδα για τη βοήθεια και την απίστευτη συνεργασία μας και φυσικά η Χριστίνα Σπυλιοπούλου και η Ξένη Κούτρα για την βοήθεια και τη στήριξη τους. Με τα κορίτσια αυτά περάσαμε πολλές ώρες μαζί μέσα στο εργαστήριο οι οποίες όμως περνούσαν εύκολα και ευχάριστα χάρη στο όμορφο κλίμα και την άψογη συνεργασία που δημιουργήσαμε.

Κλείνοντας θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καλούς μου φίλους που ήταν και είναι δίπλα μου πιστεύοντας σε εμένα, και φυσικά ένα τεράστιο ευχαριστώ στην οικογένειά μου, που βρίσκεται στο πλευρό μου, που με στηρίζει σε κάθε μου βήμα και που χωρίς αυτήν δεν θα ήμουν αυτή που είμαι.

Περίληψη

Στην συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία στόχος ήταν η μελέτη της διαφοροποίησης της εδαφοπανίδας στους κυρίαρχους τύπους βιοτόπου στο νησί της Άνδρου, με μια ιδιαίτερη έμφαση στα είδη των οικογενειών Tenebrionidae και Carabidae των Κολεοπτέρων. Αναλυτικότερα, η εργασία είχε στόχο τη μελέτη της επίδρασης που έχουν οι οργανικές καλλιέργειες στη σύνθεση και τη δομή των βιοκοινοτήτων των εδαφικών Αρθροπόδων με έμφαση στα Κολεόπτερα της Άνδρου. Επιπλέον στόχος ήταν η αξιολόγηση των βιοτοπικών προτιμήσεων των ειδών των οικογενειών Tenebrionidae και Carabidae καθώς και η μελέτη του ρόλου των γειτονικών περιοχών – στην συγκεκριμένη μελέτη τα φυσικά οικοσυστήματα - στα καλλιεργούμενα οργανικά συστήματα. Τα Κολεόπτερα συνιστούν μία από τις σημαντικότερες ομάδες μακροαρθροπόδων της εδαφοπανίδας των μεσογειακών οικοσυστημάτων. Πρόκειται για μια πολύ επιτυχημένη ομάδα, η οποία έχει εποικίσει κάθε τύπο χερσαίου ενδιαιτήματος, συμπεριλαμβανομένων των καλλιεργειών, και γι' αυτό το λόγο έχουν αποτελέσει αντικείμενο μελέτης πλήθους ερευνητικών εργασιών για το αν και κατά πόσο επηρεάζονται ή όχι από τις καλλιεργητικές πρακτικές. Τα είδη των οικογενειών Tenebrionidae και Carabidae αποτελούν τα πιο συχνά και ευαίσθητα είδη στις διάφορες αλλαγές των περιβαλλοντικών παραμέτρων και του τύπου βιοτόπου με αποτέλεσμα να αποτελούν δείκτες βιοποικιλότητας. Για την πραγματοποίηση του πειράματος τοποθετήθηκαν 16 συνολικά σταθμοί δειγματοληψίας σε κάθε ένα από τους οποίους βάλαμε 10 παγίδες παρεμβολής. Οι δειγματοληψίες ξεκίνησαν μέσα Μαΐου και ολοκληρώθηκαν μέσα Αυγούστου με μηνιαία συλλογή του υλικού. Επομένως συνολικά πραγματοποιήθηκαν 3 αλλαγές των παγίδων, έχοντας τελικά για μελέτη 480 παγίδες παρεμβολής. Συνολικά συλλέχθηκαν 96.014 άτομα ασπονδύλων από τα οποία τα 58.361 άτομα ανήκαν στα Κολεόπτερα. Από αυτά τα 47.622 άτομα ήταν της οικογένειας Tenebrionidae και ανήκουν σε 24 είδη ενώ μόνο 832 άτομα ήταν της οικογένειας Carabidae, που ανήκουν σε 27 είδη. Λόγω καταστροφών ορισμένων παγίδων παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από 6 παγίδες κάθε σταθμού αντί 10 του αρχικού σχεδιασμού. Η σύνθεση και η δομή της βλάστησης καθώς και ο τύπος του εδαφικού υποστρώματος φάνηκε να είναι οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν τη δομή και τη σύνθεση των ειδών των οικογενειών Tenebrionidae και Carabidae. Αντίθετα οι οργανικές καλλιεργητικές πρακτικές διαχείρισης φάνηκε να τα επηρεάζουν πολύ λιγότερο. Σε κάποιες περιπτώσεις σημαντικό ρόλο φάνηκε να έχουν οι γειτνιαζουσες περιοχές (μάρτυρες) που λειτούργησαν ως πηγές τροφοδότησης των καλλιεργειών με είδη ενώ παρατηρήθηκαν και επί μέρους διαφοροποιήσεις που σχετίζονται με τις οικολογικές απαιτήσεις των ομάδων και τη διαφορετική φυσική τους ιστορία. Σε γενικές γραμμές φάνηκε τα Tenebrionidae να προτιμούν τους σταθμούς που χαρακτηρίζονταν από πώδη βλάστηση με ιδιαίτερη προτίμηση στα αμμοθινικά συστήματα και στη συνέχεια στις καλλιέργειες και στα λιβάδια. Αντίθετα τα Carabidae σημείωσαν την πλειονότητα των ατόμων τους στις μεσογειακές διαπλάσεις, δηλαδή στα φρυγανικά και τα μακί συστήματα.

Περιεχόμενα

1. Πρόλογος	2
Περίληψη	3
Περιεχόμενα	4
1. Εισαγωγή	6
1.1. Γενική Εισαγωγή	6
1.2. Περιοχή Μελέτης	8
1.2.1. Κλίμα	9
1.2.2. Ανάγλυφο	13
1.2.3. Βλάστηση	14
1.2.4. Παλαιογεωγραφικά Δεδομένα Αιγαίου Πελάγους	22
1.2.5. Υδρογραφικό Δίκτυο-Υδρογεωλογία	24
1.2.6. Χλωρίδα-Πανίδα-Απειλούμενα-Ενδημικά Είδη Νησιού	25
1.3. Οργανισμοί Μελέτης	28
1.3.1. Coleoptera	28
1.3.2. Carabidae	28
1.3.3. Tenebrionidae	31
1.4. Υλικά και Μέθοδοι	32
1.4.1. Εισαγωγή	32
1.4.2. Δειγματοληπτική Μέθοδος-Παγίδες Παρεμβολής	33
1.4.3. Σχεδιασμός Πειράματος	35
1.4.4. Διαλογή υλικού-Ταξινόμηση-Επεξεργασία Δεδομένων	38
2. Αποτελέσματα	41
2.1. Τάξεις εντόμων-Κολεόπτερα	41
2.1.1. Αφθονία Ατόμων-Ποικιλότητα σε επίπεδο οικογενειών των Κολεοπτέρων	45
2.2. Οικογένεια Tenebrionidae	52
2.2.1. Αφθονία Ατόμων-Πλούτος ειδών της οικ. Tenebrionidae	53
2.2.2. Κατανομές των ειδών Tenebrionidae	60
2.2.3. Κατανομές και Βιοτοπικές Προτιμήσεις των 4 Ειδών Tenebrionidae που σημείωσαν τους μεγαλύτερους πληθυσμούς στο νησί	61
2.3. Οικογένεια Carabidae	74
2.3.1. Αφθονία Ατόμων-Πλούτος ειδών της οικ. Carabidae	75
2.3.2. Κατανομές των ειδών Carabidae	83
2.3.3. Κατανομές και Βιοτοπικές Προτιμήσεις των 4 Ειδών Carabidae που σημείωσαν τους μεγαλύτερους πληθυσμούς στο νησί	84
2.4. Οικογένειες Scarabaeidae και Silphidae	97
2.5. Σύνθεση των ειδών	101
2.5.1. Σύνθεση των ειδών της οικ. Tenebrionidae	101
2.5.2. Ανάλυση των διαφορετικών τύπων βιοτόπου	102
2.6. Σύνθεση των ειδών της οικ. Carabidae	106
2.6.1. Ανάλυση των διαφορετικών τύπων βιοτόπου	106
3. Συζήτηση-Συμπεράσματα	111
Βιβλιογραφία	

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα μακροαρθρόποδα του εδάφους αποτελούν σημαντικό συστατικό της λειτουργίας των χερσαίων οικοσυστημάτων, καθώς ανάλογα με τις διατροφικές τους συνήθειες, φυτοφάγα, σαρκοφάγα, παμφάγα ή σαπροφάγα, συμμετέχουν στην ανακύκλωση των θρεπτικών συστατικών και στη ροή της ενέργειας, είτε μέσω ελέγχου των πληθυσμών της λείας τους είτε γιατί αποτελούν θηράματα άλλων ασπόνδυλων ή σπονδυλόζων οργανισμών. (Petersen & Luxton, 1982; Lattin, 1993; Greenberg & McGrane, 1996). Τα Κολεόπτερα πιο συγκεκριμένα, συνιστούν μία από τις σημαντικότερες ομάδες μακροαρθροπόδων της εδαφοπανίδας των μεσογειακών οικοσυστημάτων. Πρόκειται για μια πολύ επιτυχημένη ομάδα, η οποία έχει εποικήσει κάθε τύπο χερσαίου ενδιαιτήματος καθώς και ορισμένων υδάτινων οικοσυστημάτων (Petitpierre, 1987).

Οι οικογένειες Tenebrionidae και Carabidae που μελετήθηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα, αποτελούν δύο από τις πέντε οικογένειες εδαφικών Κολεοπτέρων με τον μεγαλύτερο πλούτο ειδών σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι πανίδες τους είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες στις αλλαγές των περιβαλλοντικών παραμέτρων, στη δομή και τη σύνθεση της βλάστησης στις διαφορετικές φυτικές κοινότητες, στη διαθεσιμότητα τροφής και στις αγρονομικές πρακτικές όπως η λίπανση και η χρήση φυτοφαρμάκων (Whitmer et al. 2003). Κατά συνέπεια είναι ευαίσθητα σε αλλαγές του τύπου βιοτόπου και τα διαφορετικά είδη τείνουν να προτιμούν συγκεκριμένους τύπους ενδιαιτημάτων (Thiele, 1977; Niemela et al., 1993). Αυτή η προτίμηση συγκεκριμένων ενδιαιτημάτων τα καθιστά χρήσιμους δείκτες βιοποικιλότητας των οικολογικών αλλαγών που παρατηρούνται στα διάφορα περιβάλλοντα (Beaundry et al., 1997; Rainio and Niemela, 2003; Pearce and Venier, 2006).

Λόγω του γεγονότος ότι τα Κολεόπτερα απαντώνται σε κάθε τύπο φυσικού χερσαίου ενδιαιτήματος, αλλά και στις καλλιέργειες, έχουν αποτελέσει αντικείμενο μελέτης πλήθους ερευνητικών εργασιών για το αν και κατά πόσο επηρεάζεται η βιοποικιλότητά τους στις αλλαγές που προκαλούν τα «ημερολόγια» και τα στάδια των καλλιεργητικών πρακτικών (Hole, D. G. et al., 2005, Purtauf, T. et al., 2005, Fuller, R et al., 2005, Holland, J. M., & Luff, M. L., 2000, Duelli, P., et al., 1999).

Ένα ενδεικτικό «ημερολόγιο» των καλλιεργητικών δραστηριοτήτων που μπορούν να εφαρμοστούν σε μια καλλιεργούμενη περιοχή περιλαμβάνει τα εξής: προετοιμασία του εδάφους, κατεργασία του εδάφους, σπορά, κλάδεμα, διαχείριση των ζιζανίων, φυτοπροστασία, λίπανση, άρδευση και συγκομιδή.

Προτού σπαρθεί το χωράφι, γίνεται η προετοιμασία του εδάφους που θα δεχθεί το σπόρο και τα φυτά. Η πρώτη καλλιεργητική φροντίδα που θα πρέπει να γίνει είναι ο χειρισμός των φυτικών υπολειμμάτων που υπάρχουν στο χωράφι από την προηγούμενη καλλιέργεια. Η κατεργασία του εδάφους είναι μία πρακτική που πραγματοποιείται μετά το τέλος των πολλών βροχών, με τη χρήση διαφόρων σκαπτικών μέσων όπως η φρέζα ή ο καλλιεργητής, και αποσκοπεί κυρίως στην καταστροφή των ζιζανίων και στο θρυμματισμό-ανακάτεμα του εδάφους.

Η τοποθέτηση του σπόρου στο έδαφος με σκοπό να φυτρώσει και να δώσει νέο φυτό, γίνεται με τη σπορά. Το είδος και κατ' επέκταση η ένταση του κλαδέματος ποικίλουν αναλόγως της κατάστασης και των αναγκών της κάθε καλλιέργειας και των στόχων του κάθε παραγωγού. Όσον αφορά στη διαχείριση των ζιζανίων, αποτελεί μια απαραίτητη καλλιεργητική πρακτική που πραγματοποιείται με μηχανικές ή χημικές μεθόδους. Είναι πολύ σημαντική η καταστροφή της αυτοφυούς βλάστησης

σε ένα χωράφι καθώς τα ζιζάνια, προσβάλλονται από εχθρούς, όπως η καλλιέργεια, ενώ παράλληλα διευκολύνουν τη διάδοση των ασθενειών και των εχθρών. Η φυτοπροστασία έχει να κάνει με την αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών και πραγματοποιείται με σκευάσματα και μεθόδους περισσότερο ή λιγότερο φιλικές προς το περιβάλλον.

Για να αναπτυχθούν τα φυτά χρειάζονται θρεπτικά στοιχεία. Αυτά είτε υπάρχουν στο έδαφος είτε προστίθενται με τη μορφή λιπάσματος. Τα λιπάσματα τοποθετούνται συνήθως μέσα στο έδαφος και εφαρμόζονται είτε κατά τη σπορά των φυτών είτε κατά τη διάρκεια ανάπτυξής τους. Η μέθοδος, η συχνότητα και η δόση άρδευσης, διαφοροποιούνται ανάλογα την καλλιέργεια και τις τοπικές συνθήκες. Τελικό στάδιο της καλλιεργητικής διαδικασίας αποτελεί η συγκομιδή που γίνεται είτε χειρωνακτικά είτε μηχανικά. (Life, 2014, Ευθυμιάδης Π., Μπιλάλης Δ., Φεγγερός Κ., Γιάννου Γ., Εισαγωγή στη Γεωργική Παραγωγή).

Γεωργικές περιοχές με ημιφυσικά ενδιαιτήματα, είναι σε θέση να υποστηρίξουν υψηλή βιοποικιλότητα, το οποίο μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση των οικοσυστημικών υπηρεσιών (Ricketts et al. 2008; Chaplin-Kramer et al. 2011). Η απώλεια ημιφυσικών στοιχείων που προκύπτει από την εντατικοποίηση της γεωργίας, έχει μελετηθεί ευρέως και θεωρείται ότι είναι ένας από τους κυριότερους παράγοντες για την απώλεια της βιοποικιλότητας σε γεωργικές περιοχές (Firbank et al. 2008). Τόσο τα βαθιά οργώματα που πιθανά μπορούν να ακολουθηθούν σε κάποιες οργανικές καλλιέργειες όσο και η αυξημένη χρήση φυτοφαρμάκων στις συμβατικές, μπορούν να έχουν σημαντικές και απρόβλεπτες επιπτώσεις στις κοινότητες των Κολεοπτέρων (Carcamo et al., 1995; Kromp, 1999). Εκτός από τη μείωση των ημιφυσικών περιοχών, η διεύρυνση της γεωργικής γης, ο μειωμένος αριθμός των τύπων καλλιεργειών και οι απλοποιημένες και σύντομες διαδοχικές καλλιέργειες, είναι όλοι πιθανοί παράγοντες για τη μείωση της βιοποικιλότητας στα γεωργικά συστήματα (Matson et al. 1997; Benton et al. 2003; Tschamntke et al. 2005). Το μωσαϊκό καλλιεργειών ωστόσο, το οποίο ορίζεται ως το σύνολο των γεωργικών αγροτεμαχίων που αποτελούν ένα τοπίο, έχει τη δυνατότητα να υποστηρίξει υψηλή βιοποικιλότητα (Pimentel et al. 1992).

Η περιοχή μελέτης της παρούσας εργασίας ήταν η Άνδρος. Οι αναβαθμίδες της Άνδρου, με τις ιδιαίτερης τεχνοτροπίας ξερολιθές, κατασκευασμένες σε μεγάλο βαθμό από σχιστόπλακες, διατρέχουν ολόκληρο τον όγκο του νησιού. Οι παραδοσιακές γεωργικές πρακτικές, όπως και η καλλιέργεια παραδοσιακών ποικιλιών και ιδιαίτερα σιτηρών σε αναβαθμίδες, ως μια προσπάθεια των ντόπιων να εκμεταλλευθούν όσο το δυνατό μεγαλύτερες και γόνιμες εκτάσεις, γνώρισαν ιδιαίτερη ανάπτυξη στο νησί. Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις του νησιού αποτελούν περίπου το 10% της συνολικής έκτασης, με το μεγαλύτερο ποσοστό να είναι επικλινείς υπό τη μορφή αναβαθμίδων. Στα πλαίσια του προγράμματος Life Terracescape, του οποίου μέρος είναι και η παρούσα μελέτη, τα χωράφια του νησιού, προετοιμάστηκαν κατάλληλα με καθαρισμό από ασπαρτιές και χαμηλούς θάμνους και στη συνέχεια ακολούθησε όργωμα και σπορά (Life, 2017). Είναι λοιπόν κατανοητό ότι στο συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιήθηκε μωσαϊκό τοπίου αποτελούμενο από οργανικές καλλιέργειες μικρής έκτασης, τα χαρακτηριστικά των οποίων διαφέρουν από αυτά των συμβατικών που αναφέρθηκαν παραπάνω, ανάμεσα σε φυσικά συστήματα.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση που μπορεί να έχουν οι οργανικές καλλιέργειες στη σύνθεση και τη δομή των βιοκοινοτήτων των εδαφικών Αρθροπόδων δίνοντας έμφαση στα Κολεοπτέρα και πιο συγκεκριμένα στις οικογένειες Tenebrionidae και Carabidae, στην Άνδρο. Επιπλέον στόχος του

πειράματος ήταν να αξιολογηθούν οι βιοτοπικές προτιμήσεις των ειδών καθώς και να μελετηθεί ο ρόλος των γειτονικών περιοχών-φυσικών οικοσυστημάτων στα καλλιεργούμενα οργανικά συστήματα.

1.2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η παρούσα εργασία αποτελεί τμήμα μελέτης που πραγματοποιήθηκε στο νησί της Άνδρου, η οποία βρίσκεται στο κεντρικό αρχιπέλαγος του Αιγαίου. Η περιοχή του κεντρικού Αιγαίου χαρακτηρίζεται από μια πληθώρα ηπειρωτικών νησιών και βραχονησίδων, τα οποία κατανέμονται από την ανατολική ακτή της ηπειρωτικής Ελλάδας έως τη δυτική ακτή της Τουρκίας. Αποτελούν ουσιαστικά μια νησιωτική γέφυρα μεταξύ της Ευρωπαϊκής και της Ασιατικής ηπείρου (μεταξύ 36° – 38° βόρειου γεωγρ. πλάτους και 23° – 27° ανατολικού γεωγρ. μήκους). Η περιοχή αυτή περιλαμβάνει δύο διακριτές ομάδες νησιών, τις Κυκλάδες στα δυτικά και τα Δωδεκάνησα μαζί με το σύμπλεγμα Σάμου – Ικαρίας στα ανατολικά. Εδώ λοιπόν μελετήθηκε το νησί της Άνδρου το οποίο αποτελεί το βορειότερο νησί των Κυκλάδων (μεταξύ $37^{\circ}.59'$ – $37^{\circ}.40'$ βόρειου γεωγρ. πλάτους και $25^{\circ}.00'$ – $24^{\circ}.40'$ ανατολικού γεωγρ. μήκους) και το δεύτερο μεγαλύτερο σε έκταση, μετά τη Νάξο. Εκτείνεται από βορειοδυτικά προς τα νοτιοανατολικά, καταλαμβάνοντας έκταση 381 km^2 . Βρίσκεται κοντά στην Εύβοια, της οποίας αποτελεί φυσική συνέχεια εκτεινόμενη από ΒΔ. προς ΝΑ. Νότιο σύνορό της αποτελεί ο πορθμός της Τήνου και το ακρωτήριο Στενό (Αυλών), το οποίο έχει άξονα βορειοδυτικό-βορειοανατολικό, ενώ το βορειότερο άκρο της είναι το ακρωτήριο Καμπανός. Στα ανατολικά εντοπίζονται τα ακρωτήρια Φρύγελο ή Κάτω Κόσμος, Ακαμάτης και το ακρωτήριο της Γριάς. Η ακτογραφία της Άνδρου παρουσιάζει αρκετό αριθμό κολπώσεων και ακρωτηρίων. Είναι ένα ορεινό νησί με υψηλότερη κορυφή το Πέταλο στα 1003 m . Ο ορεινός όγκος του νησιού διακρίνεται σε τέσσερις οροσειρές σχεδόν παράλληλες μεταξύ τους και κάθετες ως προς το διάμηκες ανάπτυγμα του νησιού, οι οποίες και χωρίζουν κατά μήκος την Άνδρο σε πέντε παράλληλα τμήματα. Αν και δεν έχει μεγάλους ποταμούς, η Άνδρος είναι πλούσια σε πηγές, ρέματα και χειμάρρους, που το καλοκαίρι οι περισσότεροι στερεύουν. Σημαντικότερη από τις πηγές της Άνδρου με ελαφρά μεταλλικά νερά, είναι η Σάριζα. Σαν σύνολο το νησί χαρακτηρίζεται από άφθονα επιφανειακά και υπόγεια νερά. Το υπέδαφος του νησιού περιέχει κοιτάσματα μεταλλευμάτων μαγγανίου, χρωμίου και κυρίως σιδήρου. Οι θαλασσινοί και ορεινοί άνεμοι τέλος δεν παύουν να πνέουν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.



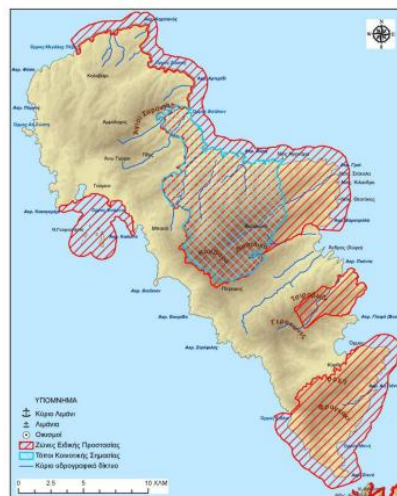
Εικόνα 1.1. Χάρτες που δείχνουν την περιοχή μελέτης, την Άνδρο

Η ΑΝΔΡΟΣ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ NATURA:

Τρεις περιοχές έχουν ενταχθεί στο πανευρωπαϊκό δίκτυο Natura 2000.

- 1) Κεντρικό & Νότιο Τμήμα, Γύρω Νησίδες & Παράκτια Θαλάσσια Ζώνη (GR4220028) με έκταση 22.036,80 εκτάρια
- 2) Όρμος Βιτάλι & Κεντρικός Ορεινός Όγκος (GR4220001) με έκταση 7.315,31 εκτάρια
- 3) Τόπος κοινοτικού Ενδιαφέροντος (πΤΚΕ): «Θαλάσσια Ζώνη Άνδρου» (GR4220035) (LIFE10 NAT/GR/000637 –ANDROSSPA/<http://www.androslife.gr/material/02-spa.pdf>)

Αν και σε γενικές γραμμές η τοποθεσία μπορεί να θεωρηθεί ένα τυπικό οικοσύστημα των Κυκλάδων (τυπικές βραχώδεις επιφάνειες, απότομοι βράχοι, τυπική φρυγανική βλάστηση) χαρακτηρίζεται ταυτόχρονα και από μια μοναδική κατανομή ενδιαιτημάτων, κυρίως λόγω των μεγάλων υψομέτρων (βουνό Πέταλο, 995m), των φαραγγιών και των ρεμάτων της. Είναι επίσης αξιοσημείωτο ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες στην περιοχή δεν έχουν τέτοιο αντίκτυπο όπως σε άλλα ελληνικά νησιά με μεγαλύτερη τουριστική ανάπτυξη. Οι παραδοσιακές καλλιέργειες δημητριακών, οσπρίων και λαχανικών, αν και σήμερα είναι περιορισμένες, εξακολουθούν να είναι ισορροπημένες. (NATURA 2000)



Εικόνα 1.2.Περιοχές NATURA της Άνδρου

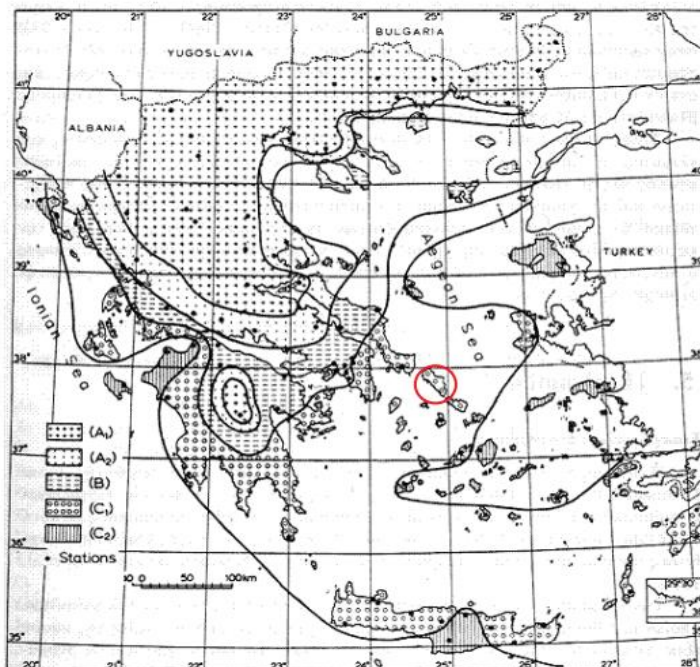
Ζ.Ε.Π. ΑΝΔΡΟΥ:

Η μία περιοχή έχει κηρυχθεί ως Ζώνη Ειδικής Προστασίας: Ζ.Ε.Π. "Άνδρος: Κεντρικό και νότιο τμήμα, γύρω νησίδες και παράκτια Θαλάσσια Ζώνη». Περιλαμβάνει χερσαίους και παράκτιους οικοτόπους καθώς και παράκτιες θαλάσσιες περιοχές της Άνδρου και των γύρω νησίδων (LIFE10 NAT/GR/000637 – ANDROSSPA).

1.2.1. ΚΛΙΜΑ

Το κλίμα της Ελλάδας είναι τυπικά μεσογειακό με ήπιους και υγρούς χειμώνες, σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια και γενικά με μακρές περιόδους ηλιοφάνειας κατά την μεγαλύτερη διάρκεια του έτους. Στις διάφορες περιοχές της Ελλάδας παρουσιάζεται μια μεγάλη ποικιλία κλιματικών τύπων, πάντα βέβαια μέσα στα πλαίσια του μεσογειακού κλίματος, πράγμα που οφείλεται στην τοπογραφική διαμόρφωση της χώρας που έχει μεγάλες διαφορές υψομέτρου και την εναλλαγή ξηράς και θάλασσας.

Σύμφωνα με την Κοτίνη-Ζαμπάκα (1984), η Ελλάδα χωρίζεται σε πέντε κλιματικές ζώνες (Εικόνα 1.3). Οι Κυκλάδες περιλαμβάνονται σε δυο από αυτές. Στην C1 (Θαλάσσιο ή Μεσογειακό Υποτροπικό) και τη C2 (Γνήσιο θαλάσσιο ή Μεσογειακό Υποτροπικό) και η Άνδρος ανήκει στη C1 ζώνη, με μεσογειακό κλίμα.



Εικόνα 1.3. Μεταβατικές κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα με κριτήριο την ετήσια πορεία του μέσου μηνιαίου αριθμού καταιγίδων (κατά Kotinis-Zambakas & al.1984)

A1: Ηπειρωτικό Μεσογειακό κλίμα με ζεστό καλοκαίρι και όχι τόσο ξηρό όπως το μεσογειακό υποτροπικό.
 A2: Ηπειρωτικό Μεσογειακό κλίμα, επηρεαζόμενο από την θάλασσα. B: Καθαρά μεταβατικό Ηπειρωτικό-Μεσογειακό Ηπειρωτικό. C1: Θαλάσσιο ή Μεσογειακό Υποτροπικό. C2: Γνήσιο θαλάσσιο ή Μεσογειακό Υποτροπικό κλίμα.

Πιο συγκεκριμένα το κλίμα στο κεντρικό Αιγαίο χαρακτηρίζεται ως ξηρό μεσογειακό λόγω της έντονης ηλιοφάνειας και των μικρών υψών βροχής (ετήσιο βροχομετρικό ύψος 200 – 500 mm). Εξαιρέση αποτελούν τα ορεινά της Άνδρου, της Τήνου, της Νάξου και της Κέας, όπου οι βροχοπτώσεις είναι πιο έντονες και κατά την χειμερινή περίοδο μπορεί να εκδηλωθούν και χιονοπτώσεις.

Το έτος στις Κυκλάδες, από κλιματολογική πλευρά, χωρίζεται κυρίως σε δύο εποχές. Την ψυχρή και βροχερή χειμερινή περίοδο, που διαρκεί από μέσα Οκτωβρίου μέχρι τέλος Μαρτίου και τη θερμή και άνομβρη εποχή, που διαρκεί από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο.

Κατά την ψυχρή περίοδο οι πιο ψυχροί μήνες είναι ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος με ελάχιστη θερμοκρασία 5-10° C στις παραθαλάσσιες περιοχές. Αντίθετα η θερμότερη περίοδος σημειώνεται το τελευταίο δεκαήμερο του Ιουλίου και το πρώτο του Αυγούστου με μέση μέγιστη θερμοκρασία από 29° C μέχρι 35° C. Η άνοιξη έχει μικρή διάρκεια ενώ το φθινόπωρο είναι μακρύ και θερμό και μπορεί να παραταθεί μέχρι και τα μισά του Δεκεμβρίου. Τέλος η νέφωση είναι σχετικά μικρή ενώ η υγρασία κυμαίνεται από 65 έως 72,5%.

Πιο συγκεκριμένα, λόγω του έντονου ανάγλυφού της, των ορεινών της όγκων και των τρεχούμενων νερών της, η Άνδρος εμφανίζει τοπικά μικροκλίματα, τα οποία και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο για την ύπαρξη ή όχι βλάστησης, την ανάπτυξη της γεωργίας και την εμφάνιση της πανίδας. Το κλίμα του νησιού χαρακτηρίζεται γενικά ως ήπιο μεσογειακό (όπως σε όλες τις Κυκλάδες), με μαλακούς χειμώνες και δροσερά καλοκαίρια, οπότε και πνέουν τα περίφημα μελτέμια. Στα παράλια όμως και στις κοιλάδες με βλάστηση, το κλίμα θεωρείται υγρό.

Σύμφωνα με τα κλιματολογικά δεδομένα που συγκεντρώθηκαν και αναφέρονται στην επίσημη ιστοσελίδα του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (Πίνακας 1.2.1), από τον Μάιο 2011 έως και τον Απρίλιο του 2012, ο ψυχρότερος μήνας ήταν ο Ιανουάριος με ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία στους 0,8° C και θερμότερος μήνας ο Ιούλιος με μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία 34,3° C.

Πίνακας 1.2.1. Κλιματολογικά δεδομένα μηνιαίας θερμοκρασίας

(°C)	2011								2012			
	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	18,7	23,8	27,0	26,2	24,8	17,6	13,0	13,4	9,0	10,1	12,9	16,9
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	13,2	16,6	21,2	21,5	16,9	9,6	8,8	6,6	0,8	1,3	3,8	8,7
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	25,4	30,3	34,3	32,4	32,4	25,7	18,9	20,6	16,9	17,8	21,0	24,2

Όσον αφορά τη βροχόπτωση, η μέγιστη μέση μηνιαία τιμή παρατηρείται τον Φεβρουάριο με βροχόπτωση 144,6mm, ενώ τον Ιούλιο φαίνεται να μην έβρεξε καθόλου (Πίνακας 1.2.2). Αξιοσημείωτο είναι ότι το ετήσιο ύψος βροχής είναι αρκετά υψηλό σε σχέση με τα υπόλοιπα νησιά του συμπλέγματος των Κυκλάδων.

Πίνακας 1.2.2. Κλιματολογικά δεδομένα μηνιαίας βροχόπτωσης

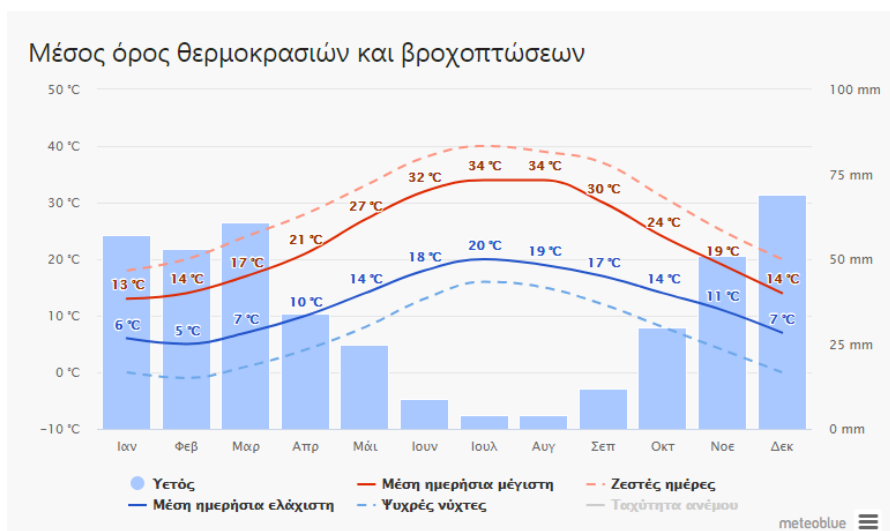
Μηνιαία Βροχόπτωση (mm)	2011								2012			
	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ
	8,0	59,2	0,0	0,2	12,6	41,4	4,4	57,8	112,0	144,6	52,4	78,0

Κατά την περίοδο 1997-1998 οι έντονες βροχοπτώσεις σε συνδυασμό με το στένεμα της κοίτης των χειμάρρων από προσχώσεις, μάζα ή κτίσματα, οδήγησε σε πλημμυρικά φαινόμενα σε ορισμένες περιοχές. Στα ορεινά (σε υψόμετρο άνω των 400 μέτρων), σε οικισμούς όπως ο Πιτροφός, η Άρνη, οι Στραπουργιές, η Βουρκωτή, παρατηρούνται χιονοπτώσεις σχεδόν κάθε χρόνο και κυρίως το Γενάρη και το Φλεβάρη. Οι μέρες με παγετό είναι σπάνιες (8 κατά μέσο όρο ετησίως) (Αναπτυξιακή Εταιρεία Κυκλάδων Α.Ε. και Σύνδεσμος Δήμων Άνδρου, 2003).

Πίνακας 1.2.3. Δεδομένα μηνιαίας διεύθυνσης, έντασης ανέμων, μέγιστη ταχύτητα ανέμων

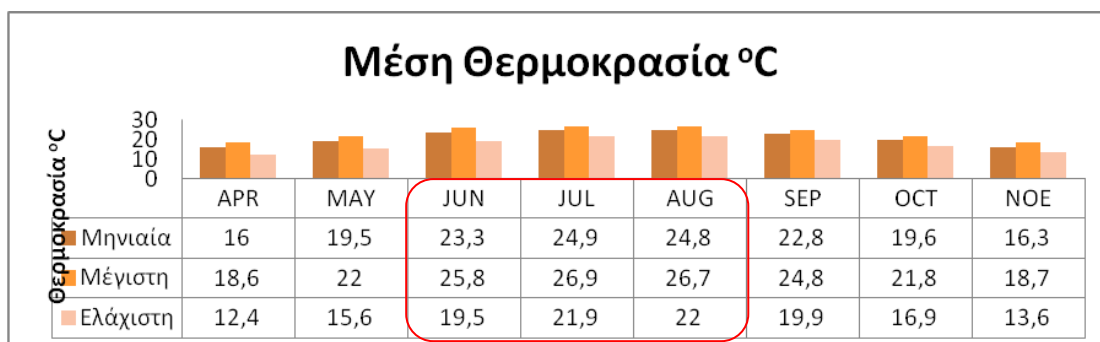
	1ο Εξάμηνο								2ο Εξάμηνο			
	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ
Επικρατούσα Μηνιαία Διεύθυνση Ανέμων	BBA	BA	BA	BA	BA	BA	BA	NNΔ	BBA	BBA	BBA	BBA
Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμων (km/h)	10.6	9.2	9.5	16.3	14.8	13.5	12.4	5.1	14.0	14.5	11.8	13.5
Απόλυτη Μέγιστη Ταχύτητα Ανέμων (km/h)	72.4	77.2	74.0	90.1	67.6	67.6	86.9	70.8	95.0	109.4	86.9	85.3

Τέλος, όπως προκύπτει και από τον αντίστοιχο πίνακα (Πίνακας 1.2.3), οι άνεμοι στο νησί έχουν κυρίως Βόρειο-ανατολική διεύθυνση και η έντασή τους ξεπερνά τα 16 χλμ/ώρα ιδιαίτερα τον Αύγουστο που η μέγιστη ταχύτητα των ανέμων ξεπέρασε τα 90 χλμ/ώρα (<http://www.androslife.gr/material/mp01-diax.pdf>)

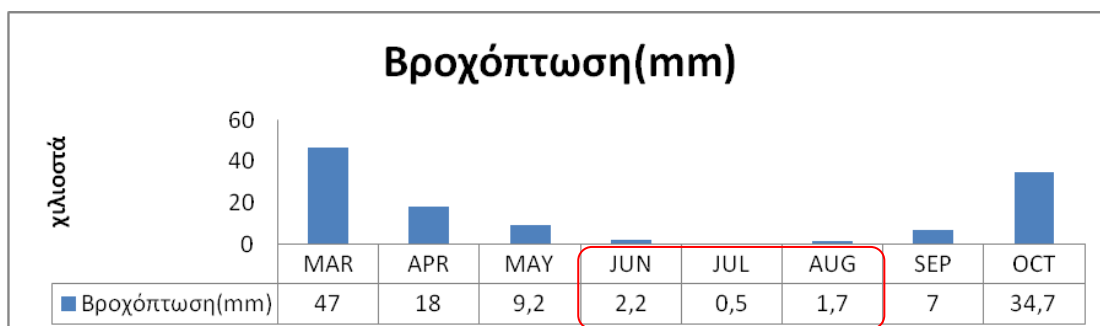


Εικόνα 1.4. Μέσος όρος θερμοκρασιών και βροχοπτώσεων της Άνδρου από <https://www.meteoblue.com>

Πίνακας 1.2.4. Δεδομένα για μέσες τιμές θερμοκρασίας από αερολιμένα Νάξου

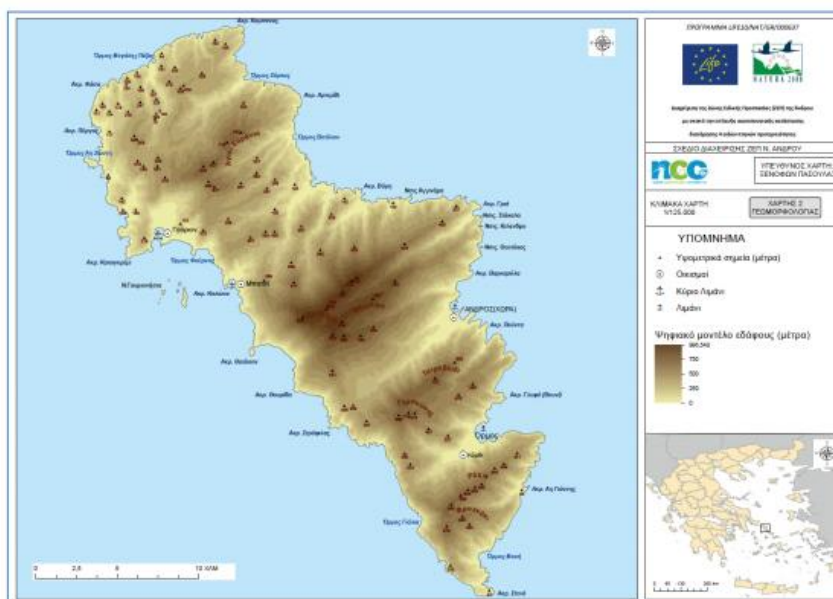


Πίνακας 1.2.5. Δεδομένα για μέσες τιμές βροχόπτωσης από αερολιμένα Νάξου



1.2.2 ΑΝΑΓΛΥΦΟ

Η Άνδρος είναι από τα πιο ορεινά νησιά των Κυκλάδων, με καταπράσινες χαράδρες και κοιλάδες, ενώ ξεχωριστό στοιχείο του φυσικού της περιβάλλοντος αποτελεί ο πλούτος των επιφανειακών και υπόγειων νερών της. Παρουσιάζει μια μεγάλη ποικιλία γεωμορφών και αναγλύφου, δεδομένου ότι ξεκινά κανείς από την επιφάνεια της θάλασσας και φτάνει σε υψόμετρα της τάξης των 1000 μ. Αποτελείται από τρεις κατηγορίες εκτάσεων, διαφορετικής μορφής και φυσιογνωμίας. Το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας αποτελείται από λοφώδεις, ημιορεινές και ορεινές εκτάσεις και μόνο ένα μικρό τμήμα από πεδινές. Στο σύνολό της μπορεί να χαρακτηριστεί ως ορεινή περιοχή (όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω).



Εικόνα 1.5. Γεωμορφολογικός χάρτης Άνδρου

Τέσσερις διαδοχικοί ορεινοί όγκοι-οροσειρές, παράλληλοι σχεδόν μεταξύ τους με κατεύθυνση από τα νοτιοδυτικά προς τα βορειοανατολικά, χαράζουν το ανάγλυφο του νησιού: α) στο βόρειο τμήμα, η περιοχή των Αγίων Σαράντα (υψόμετρο 716 μέτρα) με τους λόφους Μακροτάνταλου και τις κοιλάδες του Φελλού και του Γαυρίου, β) στο κέντρο, το σύμπλεγμα Πέταλου-Κουβάρας, όπου βρίσκεται και η υψηλότερη κορυφή του νησιού (κορυφή Προφήτης Ηλίας με υψόμετρο 997 μέτρα) με την περιοχή Κατακόιλου-Μπατσιού, γ) νότια, η ορεινή περιοχή Καταφύγι-Γερακιώνες (υψόμετρο 684 μέτρα) με την κοιλάδα της Μεσσαριάς και δ) ακόμα πιο νότια, η Ράχη (Προφήτης Ηλίας, υψόμετρο 682 μέτρα) με την κοιλάδα του Κορθίου.

Οι ορεινοί όγκοι διαμορφώνουν πέντε μορφολογικές ενότητες, με βάση τη λιθολογία, την τεκτονική και την εξελικτική πορεία της περιοχής. Ο υδροκρίτης που ενώνει τους ορεινούς όγκους χωρίζει το νησί σε δύο τμήματα σχηματίζοντας, στα ανατολικά, μια σειρά από βαθιές παράλληλες κοιλάδες (την κοιλάδα της Μεσσαριάς μεταξύ Πετάλου-Γερακίνας, και την κοιλάδα του Κορθίου μεταξύ Γερακίνας-Ράχης) και, στα δυτικά, μια ενιαία πλαγιά. (<http://www.androslife.gr/material/mp01-diax.pdf>)

1.2.3. ΒΛΑΣΤΗΣΗ

Η βλάστηση που επικρατεί σήμερα στα νησιά του Αιγαίου είναι η τυπική που ελληνικού οικοσυστήματος όπου το κλίμα είναι ξηρό μεσογειακό. Βέβαια από το κατώτερο Πλειστόκαινο έως σήμερα η βλάστηση στην περιοχή του Αιγαίου έχει αλλάξει ριζικά. Πιο συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια του Πλειστοκαίνου κυριάρχησαν τα φυλλοβόλα δάση βελανιδιάς κατά τις παγετώδεις περιόδους και τα φρυγανικά οικοσυστήματα, τα μακί και τα δάση κωνοφόρων κατά τις μεσοπαγετώδεις περιόδους. Προηγουμένως η περιοχή αυτή χαρακτηριζόταν από υποτροπικό κλίμα και εκτεταμένη δασική βλάστηση (Chatzimanolis et al., 2003, Fattorini, 2006).

Ο κυρίαρχος τύπος βλάστησης σε όλα τα κεντρικά νησιά του Αιγαίου είναι τα φρύγανα. Κοινές είναι και οι μακί διαπλάσεις ενώ τα δάση βελανιδιάς και τα κωνοφόρα δάση βρίσκονται μόνο σε μερικά από τα μεγαλύτερα νησιά. Τέλος τα παράκτια αμμώδη ενδιαιτήματα, οι θίνες ή οι θίνες με φρύγανα, εντοπίζονται στα περισσότερα νησιά, συνήθως σε μικρές περιοχές στην ακτογραμμή.

➤ Παραθαλάσσιοι βιότοποι



Οι πιο σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη δομή και τη σύσταση ενός παραθαλάσσιου βιότοπου είναι η έκθεση στους ανέμους, η θαλάσσια επίδραση που δέχεται και η έντονη ηλιοφάνεια. Στις παραθαλάσσιες περιοχές οι φυτοκοινωνίες διαχωρίζονται σε δύο ζώνες. Την αλοφυτική ζώνη που είναι αυτή που έρχεται σε άμεση επαφή με τη θάλασσα και μία που βρίσκεται πιο εσωτερικά και είναι ανθεκτική σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας, περιλαμβάνει διάφορες διαπλάσεις (φρύγανα, μακί) και αποτελείται από είδη που φύονται και στην ευρύτερη περιοχή (Turland et al., 1993). Βασικό χαρακτηριστικό αυτών των βιοτόπων είναι ότι συνήθως έχουν αμμώδες υπόστρωμα. Έτσι το σύνολο των ειδών που συγκροτούν τέτοιους βιοτόπους είναι προσαρμοσμένο σε υψηλή ξηρασία και αλατότητα. Η βλάστηση που αναπτύσσεται κυρίως πάνω σε αμμώδες υπόστρωμα περιλαμβάνει διάφορα είδη αγρωστωδών, όπως τα *Ammophila arenaria* (Αμμοφίλα η αμμοφυής), *Elymus farctus* (Έλυμος ο πλήρης), ενώ συμμετέχουν και άλλα ποώδη όπως τα είδη *Diotis maritime*, *Euphorbia paralias* (Ευφορβία/Γαλατσίδα της παραλίας), *Calystegia soldanella* (Καλυστέγη), *Medicago marina* (Παραθαλάσσιο τριφύλλι), *Eryngium maritimum* (Γαλανάγκαθο), *Glaucium flavum* (Γλαύκιο), *Pancratium maritimum* (Κρίνος της θάλασσας), *Matthiola tricuspidata* (Μαθθιόλα), *Otanthus maritimus* (ότανθος) είτε μικρά θαμνώδη είδη όπως τα *Centaurea spinosa* (Αγκαθωτή Κενταύρια) και *Sarcopoterium spinosum* (Σαρκοποτήριο). Βέβαια μπορούμε να συναντήσουμε και ψηλά ξηλώδη φυτά (θάμνους και δέντρα) όπως τα είδη *Juniperus oxycedrus* (Αγριόκεδρος), *Juniperus phoenicea* (θαμνοκυπάρισσο), *Pinus halepensis*

(Χαλέπιος Πεύκη), *Pinus pinea* (Κουκουναριά), *Tamarix tetrandra* (Αρμυρίκι), *Eleagnus angustifolia* (Τζιτζιφιά) και *Phoenix theophrasti* (Φοίνικας του Θεόφραστου). Σε γενικές γραμμές πάντως η παραλιακή χλωρίδα αποτελείται από είδη με ευρεία εξάπλωση σε όλη τη Μεσόγειο, που σπάνια εμφανίζουν ενδημισμό (Rumemark, 1971).

Ανάλογα με τον κυρίαρχο τύπο φυτικού είδους οι βιότοποι χωρίζονται και σε κατηγορίες.

Αμμοθίνες: αποτελούνται από αγρωστώδη κυρίως είδη όπως το *Ammophila arenaria* (Αμμοφύλα η αμμοφύης) και πόες όπως τα *Eryngium maritimum* (Γαλανάγκαθο), *Euphorbia paralias* (Ευφορβία/Γαλατσίδα της παραλίας), *Pancratium maritimum* (Κρίνος της θάλασσας). Πρόκειται για αμμώδη ανοιχτού τύπου οικοσυστήματα με χαμηλή βλάστηση που βρίσκονται πολύ κοντά στη θάλασσα.



Θίνες με φρύγανα (φρυγανοθίνες): αποτελούνται από φρυγανικά είδη, παρόμοια ή και τα ίδια με αυτά των φρυγάνων, όπως το *Sarcopoterium spinosum* (Σαρκοποτήριο). Το υπόστρωμα είναι αμμώδες και βρίσκονται σε παράλιες περιοχές.

Αλίπεδα: εκτείνονται γύρω από συγκεντρώσεις θαλασσινού νερού ή ελών κοντά στη θάλασσα μετά από υπερχειλίση και επομένως συχνά εμφανίζουν παροδικότητα λόγω της άμεσης επίδρασης της στάθμης της θάλασσας. Χαρακτηριστικό είδος αυτής της κατηγορίας είναι το *Juncetalia matitimi*.



➤ **Πεδινοί και Ημιορεινοί Βιότοποι**

Η κατηγορία αυτή των βιοτόπων στην περιοχή του Αιγαίου υφίστανται σε μεγάλο βαθμό ανθρώπινη παρέμβαση ή επίδραση βόσκησης. Επειδή μεγάλο μέρος των εκτάσεων καλλιεργείται ή υφίσταντο καλλιέργεια στο παρελθόν, έχουν δημιουργηθεί λιβάδια ή εγκαταλελειμμένοι αγροί. Επιπλέον στα σημεία που είναι έντονη η βόσκηση, υποβαθμίζεται το ενδιαίτημα και επικρατούν μόνο μικροί αγκαθωτοί θάμνοι. Έτσι λοιπόν έχουμε τις εξής κατηγορίες.

Μακί: πρόκειται για κοινό τύπο βλάστησης της χώρας μας που περιλαμβάνει αείφυλλα σκληρόφυλλα είδη, καθώς καταλαμβάνει το 26% της Ελλαδικής έκτασης (Λεγάκις, 1997) και απαντάται σε πιο υγρές περιοχές με μεσογειακό κλίμα ή μετά από υποβάθμιση από φωτιά, βόσκηση ή καλλιέργεια. Τα είδη αυτά συναντώνται μέχρι και το υψόμετρο των 800 μέτρων. Αποτελούνται από ψηλούς θάμνους με ύψος μέχρι 2 μέτρα, με βαθιές ρίζες και δερματώδη φύλλα. Χαρακτηριστικά είδη είναι τα *Quercus coccifera* (πυρναίρι), *Pistacia lentiscus* (σχίνος), *Olea europea* (αγριελιά), *Ceratonia siliqua* (Χαρουπιά), *Arbutus adrachnae* (Αγριοκουμαριά) και *Erica*

arborea (ρείκι). Οι μακί διαπλάσεις μπορεί να είναι αμιγείς ή μπορεί να συνυπάρχουν με άλλα χαμηλότερα φρυγανικά είδη.

Η μακία βλάστηση κυριαρχεί στην Άνδρο σε πολύ μεγαλύτερες εκτάσεις συγκριτικά με τα υπόλοιπα νησιά των Κυκλάδων, καθώς πρόκειται για βλάστηση η οποία σχεδόν αποκλειστικά απαντά σε σχετικά υγρές περιοχές με μη ασβεστολιθικά πετρώματα.



Φρύγανα: τα φρύγανα καταλαμβάνουν το 13-15% της έκτασης της χώρας (Λεγάκις, 1997), στις περιοχές που χαρακτηρίζονται από ξηρό μεσογειακό κλίμα, με λειψυδρία και άγονο έδαφος, δηλαδή στα νησιά του Αιγαίου. Με τον όρο φρύγανα νοούνται νάνοι, ξηροί, φυλλοβόλοι, εποχιακά διμορφικοί θάμνοι, που διαμορφώνουν χαμηλές διαπλάσεις (Margaris, 1976) και οι οποίοι συχνά είτε φέρουν αγκάθια είτε είναι αρωματικοί. Αποτελούν το χαρακτηριστικότερο τύπο βλάστησης των μεσογειακών οικοσυστημάτων ενώ ταυτόχρονα τα νησιά του Αιγαίου φιλοξενούν μερικούς από τους πιο αντιπροσωπευτικούς φρυγανικούς τύπους με μεγάλη ποικιλία ειδών. Τα είδη αυτά αναπτύσσονται μέχρι αρκετά μεγάλα υψόμετρα ενώ μπορούν να αναπτυχθούν και κοντά στη θάλασσα. Τα πιο χαρακτηριστικά είδη που φιλοξενούν (μέσα σε αυτά και η Άνδρος) είναι τα *Sarcopoterium spinosum* (αστοιβή), *Coridothymus capitatus* (θυμάρι), *Phlomis spp.* (ασφάκα), *Euphorbia spp.* (γαλαστοιβή), *Cistus spp.* (Κίστος), *Genista acanthoclada* (Γενίστα η ακανθόκλαδος), *Erica spp.*, *Salvia spp.* (σάλβια), *Satureja thymbra*, *Calycotome villosa* (Καλυκότομη η εριότριχος), *Balota spp.* κ.α. Τα παραπάνω είδη θαμνών και φρυγάνων πιστεύεται πως υπήρχαν σε μικρότερους πληθυσμούς, αλλά επικράτησαν όπου η δενδρώδης βλάστηση υποβαθμίστηκε με αποδασώσεις και πυρκαγιές ακολουθούμενες από υπερβόσκηση, ενώ καταλαμβάνουν συχνότατα καλλιεργούμενες εκτάσεις που έχουν εγκαταλειφθεί.



Λιβάδια και Λειμώνες: Τα ενδιαιτήματα των λιβαδιών και των λειμώνων επίσης μπορούν να διακριθούν σε ξηρά λιβάδια ασβεστολιθικών ή πυριτικών εδαφών, σε υγρά λιβάδια και σε υπό-αλπικά και αλπικά λιβάδια (Λεγάκις, 1997). Τα λιβάδια σχηματίζονται από μία ποικιλία διαφορετικών ειδών, ανάλογα με το υψόμετρό τους. Μέχρι τα 600 μέτρα, παρατηρούνται ξηρόφιλες θεροφυτικές κοινότητες από μονοετείς ή πολυετείς πόες, διάφορα αγρωστώδη και χλόες, που συχνά αποτελούν εγκαταλελειμμένες καλλιέργειες ή υποβαθμισμένες περιοχές λόγω βόσκησης. Στα υγρά λιβάδια περιλαμβάνονται τα αλίπεδα, δηλαδή διαπλάσεις σε υφάλμυρο υπόστρωμα, που συνήθως συνίστανται από βούρλα (*Juncus maritimus*) και άλλα σαρκώδη, ανθεκτικά στην αλατότητα, φυτά. Πρόκειται για περιοχές που κατακλύζονται από νερό περιοδικά, κατά την εποχή των βροχών, μόνο για λίγες εβδομάδες το χρόνο, αλλά που το έδαφός τους παραμένει πολύ υγρό σε όλη τη διάρκεια του έτους.



Σε αυτό το σημείο θα περιγραφούν και οι υπόλοιποι τύποι βλάστησης που υπάρχουν στο νησί παρόλο που δεν χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα λόγω του ότι δεν αποτελούν αντιπροσωπευτική εικόνα αυτού. Έτσι λοιπόν έχουμε και τις παρακάτω κατηγορίες.

Δάση: Τα δασικά οικοσυστήματα λόγω της μεγάλης ποικιλομορφίας τους ταξινομούνται σε περεταίρω κατηγορίες. Υπάρχουν τα αείφυλλα σκληρόφυλλα είδη, όπως το *Quercus ilex* (αριά) και διάφορα φυλλοβόλα είδη όπως το *Quercus ithaburensis* (βελανιδιά) (Παπαδόπουλος, 2002). Στην Ελλάδα όμως συναντώνται επίσης η ζώνη οξιάς, ελάτης και παραμεσογειακών κωνοφόρων καθώς και η ζώνη των ψυχρόβιων κωνοφόρων (Ντάφης, 1973).

Η Άνδρος συγκριτικά με τις υπόλοιπες Κυκλάδες φαίνεται να έχει διατηρήσει τα μεγαλύτερα υπολείμματα δασών, τα οποία πιθανότατα κυριαρχούσαν στο νησί για πολλές χιλιάδες χρόνια, πριν η έντονη εκμετάλλευση και υποβάθμισή τους από τον άνθρωπο οδηγήσει στον περιορισμό τους σε λίγες απομονωμένες συστάδες. Επίσης, μικρές δασικές συστάδες διατηρούνται στις παρυφές χωριών και οικισμών στις πλαγιές του κεντρικού ορεινού όγκου του νησιού. Δασικά δενδρώδη είδη όπως τα *Ceratonia siliqua*, *Corylus avelana*, *Cupressus sempervirens*, *Castanea sativa*, *Juglans regia*, *Pinus halepensis* και *P. pinea* θεωρούνται ως μη αυτόχθονα στο νησί.

Πιο συγκεκριμένα τώρα στο νησί οι χαρακτηριστικότερες συστάδες αποτελούνται από φυλλοβόλα δέντρα (δρυς, σφένδαμοι). Στην Άνδρο φαίνεται να μην υπάρχουν αυτόχθονα κωνοφόρα δέντρα (με εξαίρεση λίγα άτομα *Juniperus phoenicea*). Όσο για τις βελανιδιές του νησιού, έχει αποδοθεί η ονομασία αυτή για να περιγράψει αμιγείς συστάδες *Quercus ithaburensis* spp. *macrolepis*, που παρέχουν ξεχωριστό ενδιαιτήμα. . Ακόμη το δάσος καστανιάς σε ποτάμι κοντά στο χωριό Άρνη, θεωρείται

πιθανό να είχε αρχικά καλλιεργηθεί για τους καρπούς του. Το ίδιο ισχύει και για την καρυδιά (*Juglans regia*), που απαντάται πια σε λίγες περιοχές που καλλιεργούνταν παλαιότερα.



Χασμόφυτα: Πρόκειται για βλάστηση που περιορίζεται σχεδόν αποκλειστικά στις σχισμές των βράχων. Αριθμεί λίγους μόνο αντιπροσώπους με μικρούς κατά κανόνα πληθυσμούς λόγω της απουσίας εκτεταμένων κάθετων ασβεστολιθικών γκρεμών. Κύρια "γνήσια" χασμοφυτικά είδη είναι τα *Dianthus fruticosus ssp. fruticosus*, *Carum multiflorum*, *Erysimum senoneri*, *Centaurea laconica ssp. lineariloba* και το ενδημικό είδος της Άνδρου και της Τήνου *Campanula sartorii*.(LIFE10 NAT/GR/000637 – ANDROSSPA).



Υγρόφιλη Βλάστηση: Συναντάται δίπλα ή μέσα σε ποτάμια και υγρά μέρη. Τα οικοσυστήματα γλυκών νερών, που εμφανίζουν υδρόφιλη βλάστηση, περιλαμβάνουν έλη, λίμνες, λιμνοθάλασσες, εκβολές και δέλτα ποταμών, ρύακες και ποτάμια, τεχνητές υδάτινες συλλογές και κανάλια. Συγκεκριμένα στην Άνδρο έχουν καταγραφεί 18 υγρότοποι. Στις κοίτες των ρεμάτων κυριαρχούν τα *Alnus glutinosa*(Σκλήθρα), *Platanus orientalis* (Πλατάνια) και *Nerium oleander* (Πικροδάφνες) ενώ κατά τόπους στα ορεινότερα σημεία των ρεμάτων τα είδη *Fraxinus ornus* (Φράξοι). Προς τις εκβολές συχνά συναντώνται τα είδη *Vitex agnus-castus* (Λυγαριές) με υπόροφο από *Equisetum telmateia*, *Calystegia sepium*, *Clematis vitalba* (Κληματίδες) κ.ά. Αποκλειστικά υγρόφυτα, όπως η φακή του νερού *Lemna minor* και το *Potamogeton bertholdii*, απαντούν στις εκβολές των ποταμών και ρεμάτων, όπου σχηματίζονται στάσιμα ύδατα τους καλοκαιρινούς μήνες και διατηρούνται μικροί υγροβιότοποι. Στις υγρές πλαγιές των ορεινών όγκων, και ιδιαίτερα γύρω από το χωριό της Άρνης, έχουμε την παρουσία ενδιαφερόντων εκπροσώπων του ορομεσογειακού στοιχείου με είδη όπως τα *Crataegus monogyna*, *Paeonia mascula*

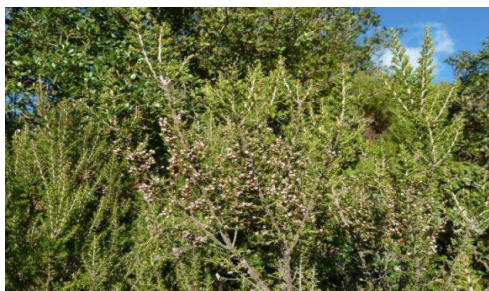
ssp. hellenica, *Galanthus ikariae ssp. snogerupii*, *Gallium rotundifolium*, *Viola sieheana* κ.ά. (<http://www.androslife.gr/material/02-spa.pdf>/-LIFE10 NAT/GR/000637 -ANDROSSPA)



Παραποτάμια Δάση: Πρόκειται για δάση με πλατάνια ή/και σκλήθρα που αναπτύσσονται κατά μήκος αλλά και στις εκβολές των μεγάλων ρεμάτων. Το δάσος Σκλήθρων στη Βόρρη της Άνδρου είναι μοναδικό στο Αιγαίο.



Ερεικώνες: Είναι θαμνώνες όπου κυριαρχεί το ρείκι και συγκεκριμένα δύο είδη, το *Erica arborea* (Δενδρορείκι/ανοιζιάτικο ρείκι) (ανοιζιάτικα -λευκά λουλούδια) και το *Erica manipuliflora* (Χαμορείκι) (φθινοπωρινά-ροζ (ιώδη) λουλούδια).



Φτεριάδες: Εδώ κυριαρχούν οι ψηλές και κοσμοπολίτικες φτέρες *Pteridium aquilinum*.



Θαλάσσια Ανθοφόρα Φυτά: Λέγονται επίσης «θαλάσσια γρασίδια». Στην Άνδρο φύεται η Ποσειδωνία - *Posidonia oceanica* (ενδημικό είδος της Μεσογείου) και η Κυμοδοκεία (με λεπτότερα φύλλα).



Τέλος και πολύ σημαντικό έρχεται και ένας επιπλέον τύπος ενδιαιτήματος που υπάρχει σε ικανοποιητικό ποσοστό στο νησί και που μας απασχόλησε σε μεγάλο βαθμό και στο συγκεκριμένο πείραμα, οι καλλιέργειες.

Καλλιέργειες: Οι αναβαθμίδες της Άνδρου, με τις ιδιαίτερης τεχνοτροπίας ξερολιθιές, κατασκευασμένες σε μεγάλο βαθμό από σχιστόπλακες, διατρέχουν ολόκληρο τον όγκο του νησιού. Οι παραδοσιακές γεωργικές πρακτικές, όπως και η καλλιέργεια παραδοσιακών ποικιλιών και ιδιαίτερα σιτηρών σε αναβαθμίδες, ως μια προσπάθεια των ντόπιων να εκμεταλλευθούν όσο το δυνατό μεγαλύτερες και γόνιμες εκτάσεις, γνώρισαν ιδιαίτερη ανάπτυξη στο νησί. Το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών είναι επικλινείς υπό τη μορφή αναβαθμίδων. Οι κυριότερες γεωργικές εκτάσεις εντοπίζονται στις κοιλάδες του Φελλού, του Γαυρίου, του Πιτροφού και του Κορθίου, ενώ καλλιεργούμενες εκτάσεις σε αναβαθμίδες υπάρχουν διάσπαρτες στους περισσότερους οικισμούς της Άνδρου με εκτενέστερες στο Κόρθι και την κοιλάδα της Μεσαριάς. (<http://www.lifeterracescape.aegean.gr/perioxes-drasis-w-6855>)

Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις στο νησί είναι της τάξης του 23%, με τα περισσότερα καλλιεργούμενα εδάφη να είναι πηλοαμμώδη (45%) και αμμοπηλώδη (30%), φτωχά σε οργανική ουσία, καλά στραγγιζόμενα, μικρής θερμοχωρητικότητας, εύκολα στη θέρμανση και κατάλληλα για πρώιμες καλλιέργειες. Στο νησί καλλιεργούνται ελαιόδενδρα, αμπέλια, κηπευτικά, εσπεριδοειδή καθώς και άλλες δενδρώδεις καλλιέργειες όπως συκιές, αμυγδαλιές, καρυδιές και αχλαδιές. Τα καρποφόρα αυτά αποτελούν ως επί το πλείστον συγκαλλιέργεια και ευδοκιμούν χωρίς ιδιαίτερες καλλιεργητικές φροντίδες. Με δεδομένη την σχετικά μεγάλη κτηνοτροφία της Άνδρου μεγάλο ποσοστό της καλλιεργούμενης έκτασης αποτελείται από σανοδοτικά είδη όπως βρώμη, κριθάρι, βίκο, τριφύλλι.

Παρακάτω δίδετε πίνακας με το κυριότερα προϊόντα που παράγονται στην Άνδρο σύμφωνα με στοιχεία της Ελ.Στατ για το έτος 2008:

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΙΔΟΥΣ	ΕΚΤΑΣΗ (στρεμ)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ(kgr)	ΔΕΝΤΡΑ
Αγγούρια υπαίθρου	90	92700	
Αγκινάρες	87	87000	
Αμυγδαλιές	17	67930	13725
ΑΠΗΛΙΑ - ΡΑΔΙΚΙΑ	29	27900	
ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ	191	40210	
Αραβόσπορος χλωρός	358	386245	
Αραβόσπορος χωρίς συγκαλλιέργεια	220	51100	
ΑΡΑΚΑΣ	3	1300	
Αρακάς χλωρός	9	5100	
ΑΧΛΑΔΙΕΣ		82917	4484
ΒΙΚΟΣ	997	82430	
Βίκος για σανό	906	294500	
ΒΕΡΥΚΟΚΙΕΣ		38650	1299
Ελαιόδενδρα για ελιές βρώσιμες		52920	9200
Ελαιόδενδρα για ελιές ελαιοποιήσεως	2385	1821430	112575
Κριθάρι	5020	504170	
Κριθάρι για σανό	1589	469150	
Λάχανα	90	79000	
Λεμονιές	791	4198130	40100
Μανταρινιές		345880	4357
Μαρούλια	91	91630	
Μελπζάνες υπαίθρου	87	82600	
Μελπζάνες υπό κάλυψη(θερμοκήπια)	1	600	
Μηδική (πολυετές τριφύλλι)	1061	914480	
Πατάτες άνοιξης	911	1167918	
Πατάτες καλοκαιρινές	524	668800	
Πατάτες φθινοπώρου και χειμώνα	353	353800	
Πεπόνια	86	120850	
Πορτοκαλιές		985440	6980
Πράσα	28	27200	
Ροδακινές		16000	715
Σπάρι μαλακό	95	18600	
Σκόρδα ξερά	54	50500	
Συκιές για νωπά σύκα		81040	10160
Συκιές για ξερά σύκα		161314	13920
Τομάτες επιτραπέζιες για νωπή χρήση	593	1020445	
Τομάτες επιτραπέζιες για νωπή χρήση	20	1400000	
Φασολάκια χλωρά	261	207700	
Αμπέλοι, κυρίως για ονοπααραγωγή	2029	698050	

Το πρόγραμμα Life Terracescape που πραγματοποιήθηκε στο νησί και που η συγκεκριμένη μελέτη αποτέλεσε μέρος, αφορά στην λειτουργική αποκατάσταση των αναβαθμίδων μέσω της επανακαλλιέργειάς τους μετά από πολλά έτη εγκατάλειψης. Ανώτερος στόχος είναι η δημιουργία προσαρμοσμένων πράσινων υποδομών ως ανασχετικό στοιχείο στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Έτσι ο δήμος της Άνδρου, τον Μάρτιο του 2019, ξεκίνησε την καλλιέργεια επιλεγμένων χωραφιών σε αναβαθμίδες. Τα χωράφια προετοιμάστηκαν κατάλληλα με καθαρισμό από ασπαρτιές και χαμηλούς θάμνους και στη συνέχεια ακολούθησε όργωμα και σπορά (χειρωνακτικά ή μηχανικά).

Κατά τη διάρκεια του έργου Life Terracescape, το μεγαλύτερο μέρος των χωραφιών σπάρθηκε με τοπική παριανή ποικιλία κριθαριού, που συνδυάστηκε με βίκο, στις περιπτώσεις ακαλλιέργητων για χρόνια εκτάσεων, ώστε να εμπλουτιστεί το έδαφος. Επιπλέον, σε μικρότερες εκτάσεις, σπάρθηκε κριθάρι βυνοποίησης, ενώ ακολούθησαν σπορές με τοπικές ποικιλίες φάβας και κρεμμυδιού. Στο συγκεκριμένο πείραμα οι καλλιέργειες που χρησιμοποιήθηκαν για την μελέτη των ειδών κολεοπτέρων που αυτές φιλοξενούν ήταν, η βύνη, το κριθάρι, ο βίκος και η φάβα.



Όσον αφορά στις νησίδες γύρω από την Άνδρο, είναι απομονωμένες από το κυρίως νησί αλλά και μεταξύ τους, καθώς απέχουν εκατοντάδες μέτρα ή και χιλιόμετρα η μια από την άλλη. Έτσι, οι μικρές βραχώδεις νησίδες γύρω από την Άνδρο, που στερούνται ανθρώπινης επίδρασης και η βλάστησή τους φαίνεται να επηρεάζεται μόνο από τη θάλασσα και τον αέρα, παρουσιάζουν κάποια κοινά χλωριδικά στοιχεία που απαντώνται και στις περισσότερες βραχώδεις νησίδες του Αιγαίου, όπως τα: *Allium commutatum*, *Atriplex recurva*, *A. portulacoides*, *Malcolmia flexuosa subsp. naxensis*, *Anthemis wernerii* και *Arthrocnemum macrostachyum*. Ακόμη όμως και στις νησίδες που επηρεάζονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα (συνήθως βόσκηση ή χτίσιμο εκκλησιών και φάρων), υπάρχουν ενδημικά χλωριδικά στοιχεία τα οποία πολλές φορές είναι πολύ διαφορετικά ακόμα και μεταξύ παρόμοιων και γειτονικών νησίδων. Παρόλα αυτά η βλάστησή τους παρουσιάζει αρκετά όμοια στοιχεία, με αυτή του κυρίως νησιού, και συχνά περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό ζιζανίων. Το πιο εντυπωσιακό παράδειγμα για τις διαφορές βλάστησης αφορά στη νησίδα Θεοτόκος (Παναγιά), που αποτελείται από δύο νησίδες, με ίδιο ύψος και σχιστολιθικούς βράχους, που ενώνονται μεταξύ τους με μια χαμηλή βραχώδη λωρίδα γης πλάτους περίπου 10 μέτρων. Στην ανατολική νησίδα καταγράφηκαν 51 είδη και στη δυτική 70, με 43 κοινά είδη. Τέτοιες διαφορές αποδεικνύουν ότι η εξάπλωση ακόμα και όταν πρόκειται για δεκάδες μέτρα αποτελεί μια δύσκολη διαδικασία για τα περισσότερα φυτά. (Snogerup et al., 2006) (<http://www.androslife.gr/material/mp01-diax.pdf>)

1.2.4 Παλαιογεωγραφικά Δεδομένα του Αιγαίου Πελάγους

Η σημερινή ποικιλία οργανισμών του νησιού μπορεί να γίνει καλύτερα κατανοητή εάν ληφθεί υπόψη ότι κατά το μακρινό παρελθόν η περιοχή τότε ερχόταν σε επαφή με την ανατολή και τότε με τη δύση. Η κατανομή των ζώων και των φυτών που ζουν σήμερα στο νησί σχετίζεται με τις κλιματικές διακυμάνσεις ιδιαίτερα κατά το Πλειστόκαινο (1,8 εκατ. έτη έως 10.000 έτη πριν από σήμερα).

Το αρχιπέλαγος του Αιγαίου βρίσκεται μεταξύ της χερσονήσου της Ελλάδας και των ακτών της Τουρκίας, σε μια έκταση 600 km κατά το γεωγραφικό πλάτος και κατά



300 km κατά το γεωγραφικό μήκος, στα όρια των συγκρουόμενων τεκτονικών πλακών της Ευρασίας και της Αφρικής. Αποτελεί γεωλογικά μια ενεργή περιοχή, μιας και έχει υποστεί την επίδραση τεκτονικών και ευστατικών κινήσεων και ηφαιστειακών δραστηριοτήτων, που έχουν επιφέρει δυναμικές αλλαγές στη μορφή και στη δομή του Αιγαίου πελάγους κατά τη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου.

Εικόνα 1.6. Απεικόνιση σε χάρτη της Αιγαΐδος

Κατά το Κατώτερο και Μέσο Μειόκενο (23 εκατ. Έτη έως 12 εκατ. έτη πριν) το Αιγαίο αποτέλεσε τμήμα μιας ενιαίας ξηράς, της «Αγαιίδος» (Philippson, 1898, Dermitzakis & Papanikolaou, 1981, Dermitzakis, 1990). Ουσιαστικά αναδύθηκε από τα βάθη της θάλασσας η Αιγίς ως ενιαία και αδιαίρετη μάζα ξηράς, που καταλάμβανε περίπου το σημερινό Ελληνικό χώρο, από το Ιόνιο ως την Μικρά Ασία και τα νότια της Κρήτης. Τα περισσότερα από τα σημερινά νησιά του Αιγαίου ήταν οι κορυφές των ορέων της Αγαιίδος και δε βυθίστηκαν ποτέ πλήρως, ενώ υπήρχαν εκτεταμένες λίμνες μεταξύ των Βόρειων Σποράδων και της Χαλκιδικής, γύρω από τις Κυκλάδες και μεταξύ Κρήτης και Κυκλάδων (Dermitzakis, 1990, Anastasakis & Dermitzakis, 1990, Dermitzakis & Papanikolaou, 1981).

Κατά το Μέσο έως Ανώτερο Μειόκενο (12-9 εκατ. έτη πριν) μεγάλες διαρρήξεις και κατακρμινήσεις οδήγησαν στο σταδιακό σχηματισμό ενός θαλάσσιου καναλιού που προκάλεσε την απότομη απομόνωση της Αγαιίδος και διαχώρισε τις Κυκλάδες από τα νησιά του Ανατολικού και Νότιου Αιγαίου (Creutzburg, 1963, Dermitzakis & Papanikolaou, 1981).

Στη συνέχεια το κλείσιμο του Στενού του Γιβραλτάρ είχε ως αποτέλεσμα τη Μεσσηνιακή Κρίση αλατότητας (6-5,3 εκατ. έτη πριν) (Krijgsman, Hilgen, Raffi, Sierro, & Wilson, 1999) κι έτσι η μεσογειακή λεκάνη αποξηράνθηκε και το Αιγαίο μετατράπηκε σε μία ενιαία ξηρά στέπας, πράγμα που επέτρεπε τη μετανάστευση ειδών από την ηπειρωτική χώρα στα «νησιά» (Beerli, Hanjurg, & Uzzell, 1996), μέχρι τη στιγμή που το στενό του Γιβραλτάρ άνοιξε και πάλι πριν από περίπου 5,3 εκατομμύρια χρόνια και η Μεσόγειος πλημμύρισε με νερό από τον Ατλαντικό Ωκεανό (Krijgsman, Hilgen, Raffi, Sierro, & Wilson, 1999).

Αργότερα κατά τη διάρκεια του Πλειοκαίνου (5,3-2,6 εκατ. έτη πριν), η πλάκα των κεντρικών Κυκλάδων έσπασε σε κομμάτια, χωρίζοντας τις βόρειες από τις νότιες και την ηπειρωτική χώρα (Anastasakis & Dermitzakis 1990). Κατά το Ανώτερο Πλειόκαινο ηφαιστειακή δραστηριότητα που συνεχίστηκε και κατά τη διάρκεια του Πλειστοκαίνου οδήγησε στο σχηματισμό του ηφαιστειακού τόξου (Sfenthourakis, 1996a, Dennis et al., 2000), που περιλαμβάνει τα νησιά Σαντορίνη, Μήλος, Κως και Νίσυρος. Η Νίσυρος είναι το μοναδικό ηφαιστειογενές νησί που δεν ενώθηκε με κανένα τμήμα ξηράς από την δημιουργία του και μετά (Papanikolaou, Lekkas, & Sakelariou, 1991, Dennis R. , Shreeve, Olivier, & Coutsis, 2000) ενώ παραμένει με τη Σαντορίνη τα μόνα ενεργά ηφαίστεια στο Αιγαίο. Ταυτόχρονα, η στάθμη της θάλασσας μεταβαλλόταν συνεχώς, ενώνοντας και χωρίζοντας τις χερσαίες μάζες, με τον σχηματισμό δευτερευουσών γεφυρών ξηράς μεταξύ κάποιων νησιών του Αιγαίου.

Στο τέλος του Πλειόκαινου (5,3 εκατ. έτη έως 1,8 εκατ. έτη πριν) , η θάλασσα έφτασε τις κεντρικές Κυκλάδες, οι οποίες αποκόπτονται από την ηπειρωτική στεριά οριστικά και αποτελούν μια ενιαία νησιωτική μάζα (Καρδαιγίδα).



Κατά το Πλειστόκαινο γινόταν ουσιαστικά εναλλαγή παγετωδών και μεσοπαγετωδών περιόδων (πέντε ή περισσότεροι κύκλοι). Στις θερμές περιόδους είχαμε άνοδο της στάθμης της θάλασσας και δημιουργία των περισσότερων νησιών. Στις ψυχρές περιόδους αντίθετα,



Εικόνα 1.7. Απεικόνιση σε χάρτη του Ελληνικού χώρου κατά το Πλειόκαινο

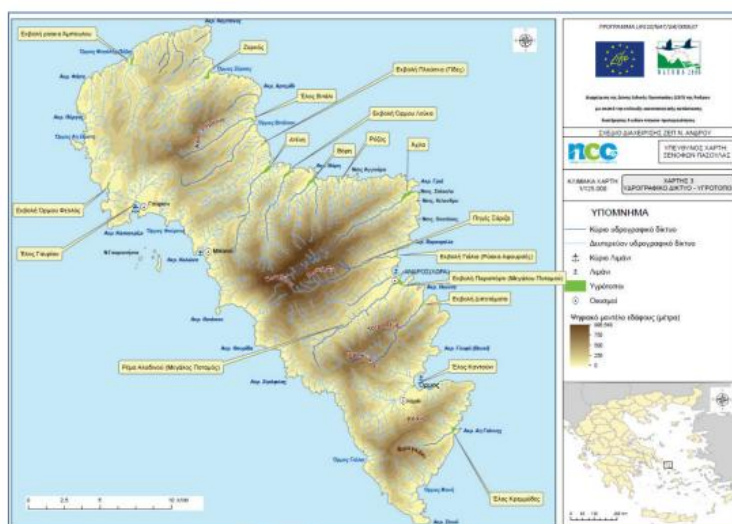
πτώση της στάθμης της θάλασσας και έτσι κάποια νησιά ενώνονται ξανά με τις κοντινές ηπειρωτικές περιοχές.

Κατά το Πλειστόκαινο (2,6-0,01 εκατ. έτη πριν) όλα τα νησιά πήραν τη σημερινή τους θέση, ενώ κατά τη διάρκεια των μεσοπαγετωδών περιόδων η γεωγραφία τους παρέμενε η ίδια με τη σημερινή, παρόλο που κατά διαστήματα δευτερεύουσες γέφυρες ξηράς δημιουργήθηκαν μεταξύ πολλών αλλά όχι όλων των Κυκλάδων (Lambeck, 1996, Perissoratis & Conispoliatis, 2003). Στο τελευταίο μέγιστο των παγετώνων, πριν 20.000 χρόνια, η ηπειρωτική Ελλάδα ήταν ενωμένη με την Εύβοια, τα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου και τα Δωδεκάνησα με τη Μικρά Ασία, ενώ η Κρήτη παρέμενε απομονωμένη. Ο Ελλαδικός χώρος ξεκίνησε να παίρνει την σημερινή του μορφή πριν 10.000 χρόνια, με τις κεντρικές Κυκλάδες (Πάρος και Νάξος) να παραμένουν ενωμένες μέχρι την αρχή του Ολόκαινου, (Lambeck, 1996, Perissoratis & Conispoliatis, 2003).

1.2.5 ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ- ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

Το υδρογραφικό δίκτυο του νησιού παρουσιάζει ασύμμετρη ανάπτυξη εκατέρωθεν της κύριας υδροκριτικής γραμμής διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ. Η ανάπτυξη δε των υδρογραφικών συστημάτων γίνεται κατά παράλληλες ζώνες διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ. Οι λεκάνες επιφανειακής απορροής ταυτίζονται με τις υδρογεωλογικές και σε μερικές περιπτώσεις ξεπερνούν τα 10 τετραγωνικά χιλιόμετρα, στοιχείο ιδιαίτερο για τις Κυκλάδες. Έχει πραγματοποιηθεί υδρογεωλογική μελέτη του νησιού από το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.).

Το υδρολογικό δίκτυο της Άνδρου είναι το πλουσιότερο όλων των νησιών των Κυκλάδων. Υπάρχουν ποταμοί και ρέματα με ροή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και ένας σημαντικός αριθμός πηγών, που συναντώνται στην πλειονότητά τους στο κεντρικό και Β τμήμα του νησιού. Οι σημαντικότερες λεκάνες απορροής με συνεχή ροή νερού, από Β προς Ν, είναι: Στο όρος Άγιοι Σαράντα, η ρεματιά του Βαριδίου, που καταλήγει στην όρμη Ζόρκου, και η ρεματιά του Βιταλίου που εκβάλλει στην ομώνυμη παραλία.



Εικόνα 1.9. Υδρολογικό δίκτυο και Υγρότοποι

Σχετικά με την υδρογεωλογική συμπεριφορά των πετρωμάτων του νησιού, οι σχιστόλιθοι, που αποτελούν το επικρατέστερο πέτρωμα, θεωρούνται πρακτικά υδατοστεγανοί σχηματισμοί και μόνο σε περιπτώσεις αποσάθρωσης επιτρέπουν την εισχώρηση νερού. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται φρεάτιος ορίζοντας, που εκφορτίζεται με τη μορφή πηγών μικρής συνήθως παροχής. Αντίθετα, τα μάρμαρα είναι υδροπερατά και η καρστικοποίησή τους ευνοεί την ανάπτυξη υδροφόρου ορίζοντα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως τον Όρμο Κορθίου, στην επαφή των μαρμάρων με στεγανούς σχηματισμούς αναπτύσσονται πηγές, ενώ σε άλλες, όπως στην περιοχή Κοχύλου, τροφοδοτούνται πηγάδια που διανοίχτηκαν μέσα σε φακούς. Οι σερπεντίνες-περιδοτίτες είναι μικρής υδροπερατότητας, η οποία οφείλεται κυρίως στις διαρρήξεις του ανωτέρου τμήματος των πετρωμάτων, όπως στην περιοχή του Γαυρίου. Οι τεταρτογενείς σχηματισμοί (αλλούβια) είναι και αυτοί γενικά υδατοπερατοί, ανάλογα με τη λιθολογική τους σύσταση, την κοκκομετρία καθώς και τη μορφή και διάταξη των κόκκων τους. (<http://www.androslife.gr/material/mp01-diax.pdf>)

1.2.6 ΧΛΩΡΙΔΑ-ΠΑΝΙΔΑ-ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΑ-ΕΝΔΗΜΙΚΑ ΕΙΔΗ ΝΗΣΙΟΥ

Η Άνδρος χαρακτηρίζεται από σημαντική ετερογένεια και ποικιλότητα βιοτόπων που δημιουργούν τις απαραίτητες οικολογικές συνθήκες για την αυξημένη βιολογική ποικιλότητα που υπάρχει στην περιοχή. Συμπερασματικά, η Άνδρος είναι ένα νησί με μεγάλη ποικιλία ενδιαιτημάτων, πλούσια βλάστηση και πολλά επιφανειακά και υπόγεια νερά, στοιχεία που της δίνουν ξεχωριστό χαρακτήρα σε σχέση με τα περισσότερα υπόλοιπα νησιά των Κυκλάδων (Sfenthourakis et al. 2004). Επιπλέον, βρίσκεται πολύ κοντά στην Εύβοια, με την οποία ήταν ενωμένη κατά τις περισσότερες παγετώδεις περιόδους του Πλειστοκαίνου (Dermitzakis & Papanikolaou 1981, Dermitzakis 1990, Perissoratis & Conispoliatis 2003). Έτσι, η πλούσια πανίδα της εμφανίζει αρκετά στοιχεία που δεν συναντώνται σε νοτιότερα νησιά των Κυκλάδων, υποδεικνύοντας με αρκετά σαφή τρόπο τη μετάβαση από την ηπειρωτική πανίδα σε αυτήν των Κυκλάδων.

➤ **Χλωρίδα**

Η Άνδρος σήμερα μπορεί να θεωρηθεί ως ένα από τα πιο καλά μελετημένα από χλωριδικής άποψης νησιά των Κυκλάδων.

Τρία ενδημικά είδη φυτών της Άνδρου περιλαμβάνονται στο Βιβλίο Ερυθρών Δεδομένων (Red Data Book, RDB) των Σπάνιων και Απειλούμενων Φυτών της Ελλάδας (2009):

***Campanula reiseri*:**

Πρόκειται για χαρακτηριστικό ενδημικό χασμόφυτο του Αιγαίου, το οποίο στην προηγούμενη έκδοση του Βιβλίου Ερυθρών Δεδομένων (Red Data Book, RDB) των Σπάνιων και Απειλούμενων Φυτών της Ελλάδας, αναφερόταν μόνο στα νησιά Γιούρα και Κυρά Παναγιά (Β. Σποράδες), ενώ στη νέα έκδοση αναφέρεται η εμφάνισή του και σε μερικά νησιά των Κυκλάδων, ανάμεσά τους και η Άνδρος. Αναφέρεται ως τρωτό (VU) στο RDB.

***Corydalis thasia*:**

Πρόκειται για ενδημικό είδος της Ελλάδας το οποίο είναι γνωστό μόνο από δύο νησιά: τη Θάσο στο Β. Αιγαίο και την Άνδρο στις Κυκλάδες. Στην Άνδρο βρίσκεται αποκλειστικά ανάμεσα σε διάσπαρτους θάμνους, σε υγρές περιοχές στις ανώτερες βόρειες πλαγιές του υψηλότερου όρους Κουβαρά, σε υψόμετρο 500-800μ. Θεωρείται

τρωτό (VU) τόσο σύμφωνα με το RDB, όσο και με τον κατάλογο ερυθρών δεδομένων της IUCN (2001).

***Ferulago sartorii*:**

Πρόκειται για στενοενδημικό της Άνδρου, καθώς είναι γνωστό μόνο από μια μικρή περιοχή του νησιού, η οποία πιθανώς περιορίζεται μόνο στα 2-3 χλμ. ΝΔ της Χώρας της Άνδρου, στη χαμηλότερη βόρεια πλαγιά του όρους Γερακώνας. Αναφέρεται ως τρωτό (VU) τόσο στο RDB, όσο και στον κατάλογο ερυθρών δεδομένων της IUCN (2001).

➤ **Πανίδα**

Στην Άνδρο συναντάμε αρκετά ενδημικά είδη και υποείδη της πανίδας του Αιγαίου, κυρίως όσον αφορά τα ασπόνδυλα. Δυστυχώς, όμως, παρά το ενδιαφέρον που παρουσιάζει, η πανίδα της, τόσο των σπονδυλόζων, όσο και των ασπόνδυλων, δεν είναι αρκετά καλά μελετημένη. Υπάρχουν λίγα δεδομένα για τα θηλαστικά και τα πουλιά της, ενώ και τα ερπετά και τα αμφίβια της δεν είναι πλήρως γνωστά, τουλάχιστον σε επίπεδο αναλυτικής καταγραφής των πληθυσμών τους. Δεν αναφέρονται καθόλου ψάρια του γλυκού νερού από τα ποτάμια της. Για τα ασπόνδυλα οι γνώσεις μας είναι αποσπασματικές και περιορίζονται σε ορισμένες μόνο ομάδες που έτυχε να μελετηθούν από σχετικούς ειδικούς. Είναι προφανές ότι η συνολική πανίδα των ασπόνδυλων του νησιού είναι πολύ πλουσιότερη από αυτή που καταγράφεται.

Επομένως, επειδή μέχρι σήμερα υπάρχει σχετική έλλειψη συστηματικών και μακροχρόνιων μελετών για την πανίδα της περιοχής οι υπάρχουσες σχετικές πληροφορίες συχνά είναι αποσπασματικές.

Η πιο πρόσφατη συγκροτημένη προσπάθεια μελέτης της πανίδας της περιοχής εντάσσεται στο πλαίσιο της εφαρμογής του Προγράμματος Natura 2000. Δυστυχώς, όμως και αυτή η μελέτη σε σημαντικό βαθμό δεν μπόρεσε να προβεί σε αξιόπιστες εκτιμήσεις του αριθμού των ειδών και κυρίως της κατάστασης των πληθυσμών των ζωικών οργανισμών. Οι πιο έγκυρες επιστημονικές μελέτες αφορούν σε κάποιες ομάδες ασπονδύλων (χερσαία σαλιγκάρια, ισόποδα, ορθόπτερα, κολεόπτερα), καθώς και στα ερπετά του νησιού. Παράλληλα, η αυξανόμενη πίεση που ασκείται στην περιοχή, και η απουσία σαφούς νομοθετικού πλαισίου προστασίας, συμβάλλουν στον εντεινόμενο κατακερματισμό και στην υποβάθμιση των ενδιαιτημάτων των ζωικών οργανισμών του νησιού.

Ενδεικτικά έχουμε τα παρακάτω στοιχεία:

Πίνακας 1.2.6.1 Συνολικός αριθμός ζωικών ειδών ανά ταξινομική κατηγορία στην Άνδρο

Ταξινομική Ομάδα	Αριθμός ειδών
ΑΣΠΟΝΔΥΛΑ	
Χερσαία Γαστερόποδα	40
Ισόποδα	31
Οδοντόγναθα	10
Ορθόπτερα	11
Κολεόπτερα	25
Λεπιδόπτερα	26
ΣΠΟΝΔΥΛΟΖΩΑ	
Αμφίβια	4
Ερπετά	15
Θηλαστικά	14
ΣΥΝΟΛΟ	176

Σπονδυλωτά

Ο συνολικός αριθμός των σπονδυλωτών μπορεί να θεωρηθεί αρκετά υψηλός. Χαρακτηριστικό είναι ότι αντιπροσωπεύονται όλες οι βασικές ταξινομικές βαθμίδες των χερσόβιων σπονδυλωτών. Αυτό είναι αποτέλεσμα, σε μεγάλο βαθμό της ποικιλότητας και της σχετικά καλής κατάστασης και της αντιπροσωπευτικότητας των βιοτόπων και των ενδιαιτημάτων που υπάρχουν στην περιοχή μελέτης, αλλά και της παλαιογεωγραφίας και παλαιοοικολογίας του αρχιπελάγους της Άνδρου.



Ενδεικτικά είδη σπονδυλωτών:

Σαμιαμίδι - *Cyrtopodion kotschy tinensis*

:ενδημικό στις βόρειες Κυκλάδες

Σάυρα - *Podarcis erhardii mykonensis*

Μεσογειακή Φώκια - *Monachus monachus* : παγκοσμίως απειλούμενο είδος

Ασπόνδυλα:

Όσον αφορά στα ασπόνδυλα ο κατάλογος είναι προφανώς ελλιπής και ενδεχομένως μη αντιπροσωπευτικός της συνολικής βιοποικιλότητάς τους, εξαιτίας της δυσκολίας που παρουσιάζουν οι δειγματοληψίες και προσδιορισμοί των ασπονδύλων.

Ενδεικτικά έχουμε τα παρακάτω στοιχεία:



Γαστερόποδα (σαλιγκάρια κλπ)

Επιστημονικό όνομα	Ενδημικό
<i>Albinaria caerulea</i>	Αιγαίου
<i>Deroceras korthionense</i>	Κυκλάδων
<i>Deroceras oertzeni</i>	Άνδρου-Τήνου
<i>Helicigona posthuma</i>	Άνδρου- Τήνου
<i>Mastus dirphicus</i>	Άνδρος, Τήνος, Εύβοια
<i>Metafruticicola andria</i>	Β-ΒΔ Κυκλάδων
<i>Pagodulina sparsa</i>	Αιγαίου
<i>Vitrea clessini</i>	Αιγαίου



Ισόποδα (ονίσκοι)

Επιστημονικό όνομα	Ενδημικό
<i>Armadillidium insulanum</i>	Αιγαίου
<i>Armadillo tuberculatus</i>	Κ-Ν Αιγαίου
<i>Cretoniscellus dryopeorum</i>	Αιγαίου
<i>Ligidium cycladicum</i>	Β-ΒΔ Κυκλάδων
<i>Monocyphoniscus caniensis</i>	Ν. Ελλάδας
<i>Nagurus aegaeus</i>	Κ-Ν. Αιγαίου
<i>Orthometoron phaleronense</i>	Αιγαίου
<i>Platyarthrus lindbegi</i>	Ελλάδας
<i>Porcellio flavomarginatus</i>	Ν. Αιγαίου
<i>Trachelipus aegaeus</i>	Κ.-Ν. Αιγαίου
<i>Trichodillidium malickyi</i>	Άνδρου
<i>Trichoniscus oedipus</i>	Κ. Αιγαίου

Οδοντόγναθα (ελικοπτεράκια)

Επιστημονικό όνομα	Ενδημικό
<i>Cordulegaster helladica</i>	Ελλάδας

Ορθόπτερα (ακρίδες-γρύλοι)

Επιστημονικό όνομα	Ενδημικό
<i>Acrometopa cretensis</i>	Αιγαίου
<i>Anadrymadusa brevipennis</i>	Αιγαίου

Κολεόπτερα (σκαθάκια)

Επιστημονικό όνομα	Ενδημικό
<i>Stenosis syrensis</i>	
<i>Tentyria rotundata</i>	

Λεπιδόπτερα (πεταλούδες)

Επιστημονικό όνομα	Ενδημικό
<i>Callimorpha (= Euplagia) quadripunctaria</i>	
<i>Hipparchia aristaeus</i>	



Επιστημονικό όνομα	Κοινό όνομα	Αιτία προσοχής	Βαθμός απειλής
Ορθόπτερα			
<i>Acanthosoma aretensis</i>		Ενδημισμός	C
<i>Anodrytomus drevipennis</i>		Ενδημισμός	C
Κολεόπτερα			
Buprestidae			
<i>Sphenoptera ardua</i>		Ενδημισμός	C
Tenebrionidae			
<i>Dendrorus sinuatus</i>		Ενδημισμός	C
<i>Pachysceles villosa</i>		Ενδημισμός	C

Λεπιδόπτερα			
<i>Callimorpha quadringentaria</i>		Είδος κοινοτικού ενδιαφέροντος Παράνομη συλλογή	A
<i>Hipparchia aristaeus</i>		Είδος εθνικού ενδιαφέροντος Παράνομη συλλογή	A
<i>Zerynthia polyxena</i>		Είδος κοινοτικού ενδιαφέροντος Παράνομη συλλογή	A

1.3 ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ

1.3.1 Coleoptera

Η τάξη των Κολεοπτέρων που αριθμεί τουλάχιστον 370.000 γνωστά είδη (Richards & Davies, 1977) αποτελεί αναμφισβήτητα τη μεγαλύτερη ζωική ομάδα (May, 1988). Τα Κολεόπτερα συνιστούν μία από τις σημαντικότερες ομάδες αρθροπόδων της εδαφοπανίδας. Πρόκειται για μια πολύ επιτυχημένη ομάδα, η οποία έχει εποικίσει κάθε τύπο χειρσαίου ενδιαιτημάτος καθώς και ορισμένων θαλάσσιων ενδιαιτημάτων (Petitpierre, 1987). Στη χέρσο εντοπίζεται το μεγαλύτερο μέρος των ειδών (περίπου 98%), ένα μικρότερο μέρος στα γλυκά νερά ενώ πολύ λιγότερα είδη εντοπίζονται σε θαλάσσια οικοσυστήματα και έρχονται σε άμεση επαφή με το θαλάσσιο νερό (Gillot, 1980).

Αν και τα εδαφόβια Κολεόπτερα είναι μια ομάδα οργανισμών με παγκόσμια κατανομή, τείνουν να προτιμούν συγκεκριμένους τύπους ενδιαιτημάτων (Thiele, 1977; Niemela et al., 1992). Αυτή η προτίμηση συγκεκριμένων ενδιαιτημάτων τα καθιστά χρήσιμους δείκτες των οικολογικών αλλαγών στα διάφορα περιβάλλοντα (Beaudry et al., 1997; Rainio and Niemela, 2003; Pearce and Venier, 2006).

Στην Ελλάδα έχουν καταμετρηθεί 6863 διαφορετικά είδη, συνιστώντας το ¼ των διαφορετικών ειδών ζώων στην Ελλάδα, εκ των οποίων τα 649 είναι ενδημικά, και 11 είναι προστατευόμενα από την νομοθεσία. Τα μακροαρθρόποδα του εδάφους αποτελούν σημαντικό συστατικό των χειρσαίων οικοσυστημάτων όπως προαναφέρθηκε και παίζουν καθοριστικό ρόλο στην εύρυθμη λειτουργία τους καθώς ανάλογα με τις διατροφικές τους συνήθειες, συμμετέχουν στην ανακύκλωση των θρεπτικών συστατικών και στη ροή της ενέργειας, είτε μέσω ελέγχου πληθυσμών της λείας τους είτε ως θηράματα για άλλα ασπόνδυλα ή σπονδυλόζωα.

1.3.2 Carabidae

Η οικογένεια Carabidae αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες οικογένειες των Κολεοπτέρων με περισσότερα από 40.000 είδη σε παγκόσμιο επίπεδο (27.000 στην Ευρώπη). Στην Ελλάδα έχουν καταγραφεί μέχρι σήμερα 823 (20,5% ενδημικά) είδη. Τα Carabidae αποτελούν την μεγαλύτερη οικογένεια της υποτάξης Αδηφάγα, έννοια που υποδηλώνει τον σαρκοφάγο χαρακτήρα πολλών ειδών. Οι κύριοι μορφολογικοί χαρακτήρες που επιτρέπουν την αναγνώρισή τους είναι οι εξωτερικά ορατές νωτοπλευρικές ραφές του προθώρακα, οι πρόσθιες ισχιακές κοιλότητες, η κοιλιά με 6 ορατά τμήματα που αντιστοιχούν στους III έως VIII κοιλιακούς στερνίτες, τα πέντε άρθρα των ταρσών και η μορφή της προνύμφης. Σε γενικές γραμμές έχουν προεξέχουσες γνάθους και προσακτρίδες, λεπτά και μακριά πόδια, ραβδώσεις στα έλυτρα καθώς και στίγματα που πολλές φορές φέρουν ένα λεπτό τριχίδιο. Τα περισσότερα έχουν στην μπροστινή κνήμη ένα σχηματισμό (εσοχή) που χρησιμεύει στον καθαρισμό της κεραίας. Ο σχηματισμός αυτός απουσιάζει από τα μυρμηκόφιλα Paussinae των οποίων η κεραία πιθανά καθαρίζεται από τα μυρμήγκια-ξενιστές. Τα

ενήλικα άτομα είναι συνήθως σκουρόχρωμα λαμπερά ή ματ, ενώ κάποια εμφανίζουν έντονα ή μεταλλικά χρώματα. Οι προνύμφες έχουν καλά ανεπτυγμένα πόδια, κεραίες και γνάθους. Το μέγεθός τους ποικίλλει από 0,7 mm (*Anilini*) έως 70 mm (*Enceladus gigas*), ενώ σημαντικές μπορεί να είναι οι διαφορές μεγέθους μεταξύ ειδών του ίδιου γένους (Lövei & Sunderland 1996).

Τα Carabidae χρησιμοποιούνται ως βιοδείκτες της ποιότητας των ενδιαιτημάτων γιατί οι κατανομές τους συχνά επηρεάζονται από τον τύπο του εδάφους, την φυτοκάλυψη και το μικροκλίμα (Villa-Castillo and Wagner, 2002; McCravy and Willand, 2005; Willand and McCravy, 2006; Fuller et al., 2008).

Η οικογένεια Carabidae εμφανίστηκε στο κατώτερο Τριτογενές σε τροπικά οικοσυστήματα και ακολούθησε κοσμοπολίτικη εξάπλωση, αναπτύσσοντας έτσι πλήθος δομικών, φυσιολογικών και συμπεριφορικών προσαρμογών, οι οποίες τους επέτρεψαν να εποίκισουν το σύνολο των κυρίαρχων ενδιαιτημάτων. (Hosoda, 1996; Darlington, 1936 ; Boer, 1969 ; Niemelä, 1990 ; Baehr, 1994).

Η μορφολογία των Carabidae παρουσιάζει μικρή διακύμανση και χαρακτηρίζεται σχετικά ομοιόμορφη. Οι διακυμάνσεις που παρατηρούνται σχετίζονται με τον τρόπο διαβίωσης και αφορούν κυρίως στη μετακίνηση και στη διατροφή, καθώς και στις προσαρμογές σε ιδιαίτερα περιβάλλοντα όπως η δενδρόβια ή η σκαπτική διαβίωση ή η διαβίωση στο έδαφος ή σε σπήλαια. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψη και σχετίζονται με τον τρόπο μετακίνησης, το ενδιαίτημα, τη διαίτα και τον τρόπο διαβίωσης είναι το γενικό σχήμα του σώματος, τα στοματικά εξαρτήματα (κυρίως οι γνάθοι), τα μάτια, οι κεραίες και τα πόδια των ενηλίκων (Lövei & Sunderland 1996).

Εξελικτικά παρατηρήθηκε σε πολλά είδη η απώλεια της πτητικής ικανότητας, ως απόρροια του υψηλότερου ενεργειακού κόστους συντήρησης της ιδιότητας της πτήσης σε σχέση με τα πλεονεκτήματα που τους προσέφερε. Η απώλεια της ικανότητας πτήσης και ο διμορφισμός των φτερών (κάποια άτομα ενός είδους έχουν λειτουργικά φτερά ενώ άλλα όχι), είναι χαρακτηριστικά που εμφανίζονται πολλές φορές κατά την εξέλιξη των Carabidae. Η απουσία ή μη της πτητικής ικανότητας καθορίζει και την ικανότητα διασποράς του εκάστοτε πληθυσμού (Tietze, 1963 ; Lindroth, 1949; Boer, 1969).

Τα Carabidae γεννούν συνήθως τα αυγά τους μεμονωμένα ενώ σε λίγα είδη έχει παρατηρηθεί να γεννούν μικρές ή μεγαλύτερες δέσμες. Ο αριθμός των ωών ποικίλει από 5 έως 10 ανά θηλυκό στα είδη που φυλάνε με προσοχή τα αυγά τους, ενώ μέχρι πολλές εκατοντάδες στα είδη που μετά την γέννηση των ωών δεν τα φροντίζουν καθόλου. Τα είδη που ζουν σε ασταθή περιβάλλοντα γεννούν περισσότερα αυγά σε σχέση με αυτά που ζουν σε πιο σταθερά ενδιαιτήματα, καθώς και αυτά που αναπαράγονται το φθινόπωρο σε σχέση με αυτά που αναπαράγονται την άνοιξη. Το θηλυκό επιλέγει με προσοχή την περιοχή που θα εναποθέσει τα αυγά του και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να σκάψει ένα υπόγειο θάλαμο και να τοποθετήσει τα αυγά μέσα σε αυτόν. Η γονική φροντίδα, αν υπάρχει, περιορίζεται στη φύλαξη των αυγών και τη μεταφορά σπόρων στο θάλαμο έτσι ώστε να τραφούν οι νεοεκκολαπτόμενες προνύμφες. Κάποια είδη γεννούν μόνο μια συγκεκριμένη εποχή ενώ άλλα αναπαράγονται σε διαφορετικές εποχές του χρόνου ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν. Τα Carabidae είναι ολομετάβολα έντομα και σε γενικές γραμμές αναπτύσσονται από ωό σε ενήλικο σε τουλάχιστον ένα χρόνο, αναπαράγονται μια φορά και πεθαίνουν. Πολλά είναι όμως τα είδη που μπορεί να αναπαραχθούν 2 φορές κατά τη διάρκεια της ζωής τους ενώ σε δυσμενείς κλιματικές ή τροφικές συνθήκες η ανάπτυξη ενός ατόμου μπορεί να διαρκέσει έως και τέσσερα

χρόνια. Γενικά η πιο μεγάλη διάρκεια ζωής είναι πιο κοινή στα ευμεγέθη είδη και στα είδη με χειμερινή προνύμφη.

Το στάδιο της προνύμφης είναι αυτό που καθορίζει την κατανομή των Carabidae γιατί αυτό αποτελεί το πιο ευαίσθητο στάδιο στον κύκλο ζωής τους. Το στάδιο της προνύμφης έχει μεγάλη διάρκεια, μικρά όρια ανοχής και περιορισμένες δυνατότητες διαφυγής. Το αυγό που αποτελεί το πιο ευπαθές στάδιο από όλα έχει μικρή διάρκεια ζωής. Το στάδιο της χρυσαλλίδας το οποίο είναι επίσης ευαίσθητο είναι προστατευμένο γιατί διαθέτει εξωτερική προστασία. Αντίθετα η προνύμφη διαθέτει ασθενώς χιτινοποιημένο περίβλημα, περιορισμένη κινητικότητα, μικρή ανοχή σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες και χρειάζεται μεγάλες ποσότητες τροφής. Επομένως η επιλογή του ενδαιτήματος από το ενήλικο είναι απαραίτητη για να μπορέσουν οι προνύμφες να επιβιώσουν στο σημείο που το ενήλικο εναπόθεσε τα αυγά. Μάλιστα κάποιες φορές η επιλογή αυτή είναι τόσο ειδική που τα Carabidae μπορεί να χαρακτηρίζουν ένα ενδιαίτημα. Η κατανομή τους επηρεάζεται από τις ακραίες τιμές υγρασίας και θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, τις τροφικές τους συνήθειες, την κατανομή και παρουσία των ανταγωνιστών τους καθώς και από τους εποχικούς ρυθμούς των ειδών οι οποίοι ρυθμίζονται σε σχέση με τη φωτοπερίοδο και την θερμοκρασία (Thiele 1977 ; Lövei & Sunderland 1996 ; Dajoz 2002).

Ως προς τη δραστηριότητά τους τα περισσότερα Carabidae είναι νυκτόβια τα οποία έχουν μεγαλύτερο μέγεθος από τα ημερόβια. Τα είδη που δραστηριοποιούνται τη νύχτα έχουν συνήθως σκούρα και μουντά χρώματα σε αντίθεση με αυτά που δραστηριοποιούνται τη μέρα που εμφανίζονται συχνά με ιριδίζοντα χρώματα. Οι αλλαγές σε θερμοκρασία και υγρασία επίσης επηρεάζουν τη δραστηριότητα.

Τα Carabidae θεωρούνται γενικευμένοι θηρευτές παμφάγοι ή πτωματοφάγοι, ενώ κάποιες ομάδες είναι φυτοφάγες (κυρίως μέλη της οικογένειας Harpalinae και των γενών *Amara* και *Zabrus*). Οι προνύμφες είναι συνήθως σαρκοφάγες και έχουν αρκετά εξειδικευμένες προτιμήσεις σε αντίθεση με τα ενήλικα που διαθέτουν ένα τεράστιο εύρος επιλογών. Μόνο οι προνύμφες των ειδών *Harpalus* και *Ophonus* τρέφονται αποκλειστικά με σπέρματα. Από έρευνες που έχουν γίνει στα ενήλικα Carabidae έχει βρεθεί ότι μπορούν να τρέφονται με αφίδες, αράχνες, προνύμφες και ενήλικα λεπιδοπτέρων, προνύμφες διπτέρων, ετερόπτερα, κολλέμβολα, νηματώδεις, υμενόπτερα, μαλάκια, χειλόποδα, ολιγόχαιτους, αυγά ή προνύμφες άλλων κολεοπτέρων, μυκητιακές υφές, σπέρματα και γύρη. Καταναλώνουν ημερησίως σχεδόν όσο το βάρος τους σε τροφή και η τροφή αυτή χρησιμοποιείται για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών και όση περισσεύει για αποθήκευση λίπους (κυρίως για αναπαραγωγή και χειμερία νάρκη). Η τροφική διαθεσιμότητα κατά τη διάρκεια της προνυμφικής ανάπτυξης καθορίζουν το μέγεθος του ενηλικού, το οποίο με τη σειρά του επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη μέγιστη δυνατή παραγωγικότητα του κάθε ατόμου (Thiele 1977 ; Lövei & Sunderland 1996). Η ποικιλία στη διατροφή έχει σίγουρα πολλά πλεονεκτήματα και έχει παρατηρηθεί ότι τα θηλυκά συχνά καταναλώνουν μεγαλύτερη ποικιλία θηραμάτων από τα αρσενικά. Πολλά είδη κυνηγούν τη λεία τους με ενεργητικό τρόπο μέσω της όρασης ενώ άλλα εντοπίζουν την τροφή τους κινούμενα ουσιαστικά με τυχαίο τρόπο. Τα περισσότερα ενήλικα χρησιμοποιούν τις καλά ανεπτυγμένες άνω γνάθους τους για να σκοτώσουν τα θηράματά τους ενώ υπάρχουν και κάποια ευμεγέθη είδη που αποβάλλουν ένα υγρό πλούσιο σε πεπτικά ένζυμα με το οποίο επιτυγχάνουν μερική εξωτερική πέψη των ιστών του θηράματος.



1.3.3 Tenebrionidae

Η οικογένεια Tenebrionidae αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες οικογένειες εντόμων παγκοσμίως και περιλαμβάνει περίπου 18.000 γνωστά είδη, εκ των οποίων τα 2.243 σημειώνουν παρουσία στη λεκάνη της Μεσογείου (Marcuzzi, 1976). Στην Ελλάδα έχουν καταγραφεί μέχρι σήμερα 270 είδη (38.9% ενδημικά) (Λεγάκις 2010).

Τα ενήλικα Tenebrionidae παρουσιάζουν έντονη εξωτερική ποικιλομορφία, πιθανώς μεγαλύτερη από κάθε οικογένεια των κολεοπτέρων. Τα περισσότερα ενήλικα έχουν σκληρό εξωσκελετό, σκούρο χρώμα σώματος (συνήθως μαύρο ή σκούρο καφέ) και δραστηριοποιούνται κυρίως τη νύχτα στην επιφάνεια του εδάφους ή πάνω σε κούτσουρα ή κορμούς δέντρων. Υπάρχουν όμως και είδη που έχουν μαλακό σώμα και έντονα, φωτεινά χρώματα τα οποία δραστηριοποιούνται την ημέρα. Οι κεραίες τους αποτελούνται από 11 άρθρα και συνήθως είναι μακριές και νηματοειδείς (μπορεί να είναι όμως και κοντές ροπαλοειδείς). Τα περισσότερα από τα είδη της οικογένειας είναι άπτερα (Fattorini, 2002), με τα πίσω φτερά να απουσιάζουν εντελώς και έτσι χαρακτηρίζεται ως εδαφόβια οικογένεια. Η προνύμφη είναι περισσότερο ομοιόμορφη και εύκολα αναγνωρίζεται εξωτερικά, έχει σχήμα επίμηκες και κυλινδρικό, συνήθως με σκληρό σώμα και κοντά πόδια.

Τα Tenebrionidae, τόσο τα ενήλικα όσο και οι προνύμφες, είναι κυρίως σαπροφάγα είδη και τρέφονται με ποικιλία νεκρής φυτικής και σπανιότερα ζωικής ύλης, περιλαμβανομένων χούμου, φυλλοστρωμνής, αποικοδομημένων δένδρων, ψοφισμών και κοπριάς. Ωστόσο ορισμένα είδη είναι θηρευτές ή ημι-θηρευτές και τρέφονται με άλλα έντομα ενώ κάποιες προνύμφες γεωφίλες τρέφονται με βλαστούς, φυτικές ρίζες και νεαρά φυτά. Επιπλέον ορισμένα είδη είναι τερμοτόφιλα ενώ άλλα μυρμηκόφιλα. Ορισμένα Tenebrionidae επίσης δρουν ως επιβλαβή σε αποθηκευμένα αγροτικά προϊόντα συγκομιδής ενώ άλλα προκαλούν ζημιές σε καλλιέργειες ξηρών και ημίξηρων περιοχών. Τα ενήλικα άτομα συχνά θηρεύονται από μεγάλο αριθμό σπονδυλωτών όπως αλεπούδες, ποντίκια, νυχτερίδες, σαύρες, σκαντζόχοιρους, φρύνους, πουλιά και σαμιαμίδια, με αποτέλεσμα να αποτελούν ορισμένες φορές σημαντική πηγή τροφής σε ξηρά περιβάλλοντα.

Τα Tenebrionidae έχουν συχνά σφαιρικό σχήμα σώματος, κοιλότητα κάτω από τα συντηγμένα έλυτρα, πολύ προστατευμένο και «κλειστού» τύπου στοματικό άνοιγμα, ένα λεπτό στρώμα κεριού που καλύπτει την εξωτερική τους επιφάνεια με σκοπό την ελαχιστοποίηση των απωλειών νερού, ικανότητα λήψης ατμοσφαιρικού νερού, ικανότητα εκμετάλλευσης του νερού που παράγεται από το μεταβολισμό, υψηλή εξειδίκευση σε ωσμωρυθμιστικές διαδικασίες και χαμηλούς ρυθμούς αναπνοής κ.α. (Dajoz, 2002, Nicolson 1990, de los Santos 1994 και οι αναφορές τους). Όλες αυτές και πολλές άλλες μορφολογικές, φυσιολογικές και ηθολογικές προσαρμογές, τους επιτρέπουν να αντέχουν σε απρόβλεπτες κλιματικές συνθήκες όπως είναι οι υψηλές θερμοκρασίες του περιβάλλοντος (de los Santos et al. 2000, 2002) και έτσι οι

πληθυσμοί τους εμφανίζουν μέγιστες τιμές αφθονίας ατόμων και ειδών κατά τις ξηρές περιόδους (δηλ. συνήθως από τον Απρίλιο μέχρι τον Οκτώβριο). Οι συμπεριφορικές τους στρατηγικές μπορεί να περιλαμβάνουν ημερήσιους ρυθμούς δραστηριότητας (μέσω π.χ. της διαμοίρασης της δραστηριότητας κατά τη διάρκεια της ημέρας, σε πολύ πρωινή έξοδο και βραδινή), εποχικούς ρυθμούς δραστηριοποίησης, αντίσταση στην ξηρασία, προσαρμογή στις υψηλές θερμοκρασίες και την υπεριώδη ακτινοβολία (Cloudsley-Thompson, 1964). Άλλη ηθολογική τους προσαρμογή, αποτελεί η επικάλυψη των πληθυσμών (Sheldon & Rogers, 1984).

Ο τύπος βλάστησης και η μορφολογία του εδάφους επηρεάζουν την χωρική κατανομή της οικογένειας. Προτιμούν εδάφη με αμμώδες υπόστρωμα ή ασβεστούχα εδάφη με υψηλό ΡΗ ενώ το ποσό της συσσωρευμένης νεκρής φυτικής ύλης είναι ο κυριότερος παράγοντας που καθορίζει τις κατανομές τους. Μαλακά υποστρώματα είναι καταλληλότερα για καταφύγιο ή χώρο απόθεσης των αυγών σε σχέση με πιο συμπαγή υποστρώματα. Ανάλογα με την προτίμησή τους σε υπόστρωμα, τα Tenebrionidae του Αιγαίου ταξινομούνται σε 3 οικολογικές ομάδες (Fattorini & Fowles, 2005). Υπάρχουν τα στενόοικα που είναι αυστηρά ψαμμόφιλα είδη και ζουν σε αμμόλοφους και αμμώδεις όχθες, τα γεώφιλα που απαντώνται σε συμπαγή στερεά εδάφη όπως τα φρύγανα και τα μακί και τα ευρύοικα γεώφιλα και ψαμμόφιλα είδη τα οποία απαντώνται τόσο σε αμμόλοφους όσο και σε φρύγανα και μακίες.



1.4 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

1.4.1 Εισαγωγή

Τα περισσότερα ζωικά είδη του πλανήτη μας ανήκουν στα χερσαία αρθρόποδα. Τα είδη αυτά έχουν αποκτήσει μια πληθώρα προσαρμογών για να επιβιώσουν σε πολύ διαφορετικά περιβάλλοντα. Έτσι η μελέτη τους απαιτεί και πολύ διαφορετικές μεθόδους που εξαρτώνται από το χώρο και τον τρόπο ζωής τους.

Οι μέθοδοι συλλογής ανάλογα με το είδος της πληροφορίας που παρέχουν μπορεί να ταξινομηθούν σε ποιοτικές, ποσοτικές και ημιποσοτικές. Οι πρώτες δίνουν πληροφορία σχετικά με την ύπαρξη ή όχι ενός είδους σε ένα ενδιαίτημα χωρίς κανένα στοιχείο αφθονίας. Αντίθετα, οι ποσοτικές επιχειρούν να δώσουν τις απόλυτες τιμές αφθονίας του πληθυσμού ενός είδους. Τέλος οι ημιποσοτικές ενώ δίνουν ποσοτικές πληροφορίες αδυνατούν να υπολογίσουν τις απόλυτες αφθονίες των ειδών λόγω του ότι οι συλλήψεις μπορεί να επηρεάζονται από παράγοντες όπως η διαφορετική δραστηριότητα των ειδών ή η διαφορετική ανταπόκρισή τους στο μέσο προσέλκυσης, π.χ. δολώματα, φωτισμός. Μπορούν όμως να παρέχουν τις σχετικές αφθονίες ειδών και να χρησιμοποιούνται σε συγκριτικές μελέτες (Μυλωνάς, 1991).

Στις ποσοτικές μεθόδους ανήκουν η μέθοδος των τετραγώνων καθώς και η μέθοδος εξαγωγής αρθροπόδων με κατάλληλες συσκευές, όπως η Berlese-Tulgren,

ενώ αντίθετα η συλλογή δειγμάτων με το χέρι ή τη λαβίδα ανήκει στις ποιοτικές. Στις ημιποσοτικές συγκαταλέγεται η χρήση της μεθόδου των παγίδων παρεμβολής.

Το παρόν πείραμα έχει σαν στόχο να εξετάσει τις ποσοτικές αλλαγές στη δομή των συναθροίσεων των Κολεοπτέρων και ιδιαίτερα των οικογενειών Carabidae και Tenebrionidae σε διαφορετικούς τύπους βιοτόπου στο υπό μελέτη νησί. Για τον λόγο αυτό δεν θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ποιοτικές μέθοδοι. Με ποσοτικές μεθόδους, όπως τα τετράγωνα, δεν θα ήταν εφικτή η συλλογή των απαραίτητων δειγμάτων σε ικανοποιητικό βαθμό και χρόνο, ενώ η μέθοδος εξαγωγής αρθροπόδων με κατάλληλες συσκευές δεν είναι αποτελεσματική σε σταθμούς δειγματοληψίας με ξηρό και βραχώδες υπόστρωμα, όπως είναι τα νησιά, χωρίς δενδρώδεις ορόφους και παχιά φυλλοστρωμή. Συνεπώς η καταλληλότερη δειγματοληπτική μέθοδος είναι η χρήση των παγίδων παρεμβολής/ pitfall traps. Τα pitfall traps είναι μια ημιποσοτική μέθοδος, όπως προαναφέρθηκε, που ουσιαστικά δίνει ένα μέτρο της αφθονίας αλλά και της κινητικής δραστηριότητας των αρθροπόδων τα οποία κινούνται στην επιφάνεια του οργανικού ορίζοντα του εδάφους εκτιμώντας την πυκνότητα σε συνδυασμό με την δραστηριότητα των ειδών. Στην παρούσα συγκριτική μελέτη, τηρήθηκε κοινός τρόπος δειγματοληψίας σε κάθε σταθμό και έτσι αντί για την έκφραση πυκνότητα-δραστηριότητα χρησιμοποιείται ο όρος αφθονία ατόμων. (pitfall ή Barber traps, Barber, 1931).

1.4.2. Δειγματοληπτική Μέθοδος - Παγίδες παρεμβολής

Οι παγίδες παρεμβολής χρησιμοποιούνται για την ανάλυση της δομής και ποικιλότητας των εδαφικών Κολεοπτέρων. Πρόκειται για την πλέον πρακτική μέθοδο (Digweed et al. 1995), η οποία χρησιμοποιείται ευρύτατα σαν δειγματοληπτικό εργαλείο τα τελευταία πενήντα χρόνια, αν και έχουν εκφραστεί αρκετές αμφισβητήσεις για την αποτελεσματικότητά της σε διαφορετικές ταξινομικές μονάδες αρθροπόδων. Παρουσιάζει όμως αυξημένη προτίμηση όταν το ζητούμενο είναι η σύγκριση της πανιδικής σύστασης και των πυκνοτήτων των υπερεδαφίων οργανισμών σε διαφορετικούς βιοτόπους μιας ευρύτερης περιοχής, καθώς μέσα στις παγίδες συλλέγονται κυρίως είδη που παρουσιάζουν έντονη κινητική δραστηριότητα στην επιφάνεια του εδάφους. Συγκεκριμένα για την οικογένεια των Carabidae και Tenebrionidae, που θα μελετήσουμε εμείς, θεωρείται μια αξιόπιστη μέθοδος (Rickhard & Haverfield, 1965).

Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει μεγάλη ακρίβεια σε ζητήματα χρονικής περιοδικότητας της εδαφικής πανίδας ενός ή περισσότερων βιοτόπων και δίνει πληροφορίες σχετικά με τη σύνθεση των ειδών της κοινότητας. Μερικά από τα πολλά πλεονεκτήματά της είναι ότι αποτελεί φτηνή, απλή και αποτελεσματική μέθοδο, με την οποία συλλέγεται μεγάλος αριθμός κολεοπτέρων, είναι ασφαλής για τον ερευνητή και συχνά αποτελεί την πλέον πρακτική εναλλακτική λύση (Upton, 1991). Επιπλέον, εάν κρατηθούν σταθερά τα μεγέθη, οι αποστάσεις μεταξύ των παγίδων και το συντηρητικό υγρό τότε είναι δυνατή η σύγκριση διαφορετικών σταθμών δίνοντας αξιόλογες πληροφορίες για την πανιδική σύνθεση των κινητικών κολεοπτέρων. Δίνει συνεπώς τη δυνατότητα σχετικής σύγκρισης μεταξύ διαφόρων περιοχών με διαφορετικές οικολογικές συνθήκες μιας και τυγχάνει της ευρύτατης αποδοχής της από το σύνολο των ερευνητών που έχουν ως αντικείμενο την εδαφική πανίδα.

Οι παγίδες παρεμβολής συναντώνται σε μια ποικιλία μεγεθών και σχεδίων. Υπάρχουν δύο κύριες μορφές: “dry pitfall traps” και “wet pitfall traps”. Η “στεγνή παγίδα παρεμβολής” (“dry pitfall traps”) αποτελείται από ένα δοχείο που θάβεται στο έδαφος με το χείλος του στο ίδιο επίπεδο με την επιφάνεια του εδάφους-

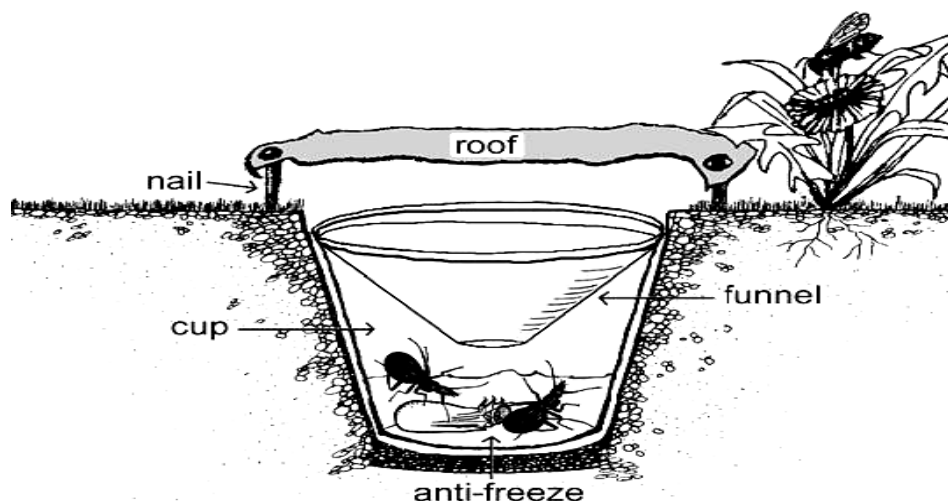
υποστρώματος και χρησιμοποιείται για να παγιδεύσει τα κινούμενα ζώα. Η “υγρή παγίδα παρεμβολής” (“wet pitfall traps”) είναι η ίδια κατασκευή με τη μοναδική διαφορά ότι περιέχει ένα υγρό το οποίο θα σκοτώσει και θα διατηρήσει τα παγιδευμένα ζώα. Τα υγρά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις συγκεκριμένες παγίδες μπορεί να είναι φορμαλίνη (10% φορμαλδεΰδη), μεθυλιωμένα πνεύματα, αλκοόλη, αιθυλενογλυκόλη, φωσφορικό τρινάτριο, πικρικό οξύ ή ακόμη σκέτο νερό. Ένα μικρό απορρυπαντικό προστίθεται συνήθως για να σπάσει την επιφανειακή τάση του υγρού και να προωθήσει έναν ταχύ πνιγμό. Επίσης, το άνοιγμα πάνω από το δοχείο καλύπτεται συνήθως με ένα καπάκι υπό κλίση ή μια πέτρα ή ένα άλλο αντικείμενο, που στερεώνεται σε απόσταση από το χείλος του. Αυτό έχει ως σκοπό να μειωθεί η ποσότητα της βροχής και των υπολειμμάτων που εισέρχονται στην παγίδα, καθώς και να προστατευθούν τα ζώα των “στεγνών παγίδων παρεμβολής” από τον πνιγμό στο νερό της βροχής ή από την υπερθέρμανση, αλλά και για να κρατηθούν μακριά τα αρπακτικά ζώα (Gist et al. 1973).

Βασικό μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι σφάλματα κατά τον σχεδιασμό αλλά και κατά την εκτέλεση του πειράματος καθώς και άλλοι ενδογενείς παράγοντες, επηρεάζουν την ακριβή εκτίμηση της αφθονίας. Ο αριθμός των συλλήψεων των υπό μελέτη οργανισμών επηρεάζεται και από τη δραστηριότητα και τη συμπεριφορά τους πέρα από την πυκνότητα του πληθυσμού τους. Συνεπώς παίζουν ρόλο οι εποχιακές διακυμάνσεις της δραστηριότητας καθώς και το αναπτυξιακό στάδιο των οργανισμών. Έτσι κάποιες ομάδες έχουν την τάση να συλλαμβάνονται λιγότερο εύκολα λόγω κρυπτικής συμπεριφοράς (Digweed et al. 1995) σε σχέση με άλλες και στην ουσία να μην αντικατοπτρίζεται η πραγματική πυκνότητα του πληθυσμού τους μέσα στις παγίδες. Για το λόγο αυτό άλλωστε, η μέθοδος αυτή χαρακτηρίζεται ως ημιποσοτική και όχι ως αμιγώς ποσοτική, καθώς ουσιαστικά μελετά την κινητική δραστηριότητα στην επιφάνεια του εδάφους. Επιπλέον κάποιες ομάδες παρουσιάζουν συναθροιστική κατανομή με αποτέλεσμα είτε να αντιπροσωπεύονται μέσα στις παγίδες σε πολύ μεγάλα ποσοστά παρουσίας, είτε να απουσιάζουν εντελώς από τις παγίδες.

Παράγοντες που επηρεάζουν την κινητικότητα των ατόμων έχουν επιπτώσεις στην αποτελεσματικότητα των δειγματοληπτικών ερευνών των παγίδων εδάφους. Έτσι η πυκνότητα βλάστησης της περιοχής δειγματοληψίας, η θερμοκρασία, η υγρασία εδάφους, οι βροχοπτώσεις, το μικροκλίμα κλπ. καθώς και ανωμαλίες στο υπόστρωμα και εμπόδια που δημιουργούνται από άνιση επιφάνεια, πέτρες κλπ. παίζουν ρόλο στην δραστηριότητα των ασπονδύλων και επηρεάζουν το μέγεθος του δείγματος (Greenslade, 1964, Niemelä et al., 1988). Απαιτείται λοιπόν, ιδιαίτερη προσοχή στη σύγκριση διαφορετικών τύπων βιοτόπου, ώστε να μη μειωθεί η αξιοπιστία της μεθόδου.

Τέλος, ρόλο στην εκτίμηση των αποτελεσμάτων παίζουν και μη ενδογενείς παράγοντες, που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, όπως η ελκυστικότητα του συντηρητικού μέσου, ο τρόπος εφαρμογής των παγίδων, η διάμετρος τους, ο αριθμός και οι αποστάσεις μεταξύ τους, η διατήρηση ίδιας δειγματοληπτικής περιόδου και το “digging-in effect” (Greenslade, 1973), σύμφωνα με το οποίο παρατηρείται αύξηση του αριθμού των συλλήψεων το χρονικό διάστημα αμέσως μετά την τοποθέτηση της παγίδας.

Κατά το σχεδιασμό και την εκτέλεση του παρόντος πειράματος καθώς και κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων, έχουν ληφθεί υπόψη όλες οι προαναφερθείσες επιφυλάξεις ώστε να μειωθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η επίδραση των μειονεκτημάτων της μεθόδου.

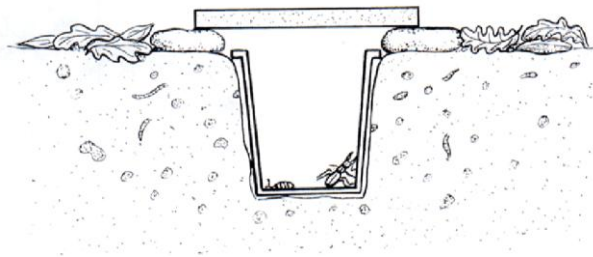


Εικόνα 1.10. Σχηματική απεικόνιση παγίδας παρεμβολής στο πεδίο

1.4.3 Σχεδιασμός πειράματος

Ως παγίδες παρεμβολής για τη συλλογή των δειγμάτων, χρησιμοποιήθηκαν πλαστικά ποτήρια βάθους 100mm και διαμέτρου στομίου περίπου 72mm. Οι παγίδες τοποθετήθηκαν έτσι, ώστε το χείλος του ποτηριού να βρίσκεται στο ύψος της επιφάνειας του εδάφους και συμπληρώθηκαν κατά το 1/3 με προπυλενογλυκόλη (PG). Η τελευταία προτιμάται ως συντηρητικό υγρό σε πειράματα μελέτης αφθονίας εδαφόβιων αρθροπόδων, καθώς δεν επηρεάζει την κινητικότητα των οργανισμών αφού είναι μη πτητική, άχρωμη και άοσμη (Adis et al. 1975, Luff, 1968, Skuhravy, 1956, 1957, 1970). Επιπλέον, κάτι που είναι και απαραίτητο για τη διάρκεια που μένει μέσα στις παγίδες, η προπυλενογλυκόλη προκαλεί άμεσο θάνατο των αρθροπόδων παραλύοντας το νευρικό τους σύστημα ενώ ταυτόχρονα δεν επιτρέπει τη διαφυγή τους, είναι φθηνή σε σχέση με άλλα συντηρητικά και τα νεκρά Κολεόπτερα είναι απρόσιτα στους θηρευτές τους.

Προκειμένου να αποφευχθεί το φαινόμενο του “digging-in effect”, σε κάθε παγίδα τοποθετήθηκαν αντί για ένα, δύο πλαστικά ποτήρια το ένα μέσα στο άλλο, με το χείλος του πάνω ποτηριού να βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με αυτό της επιφάνειας του εδάφους, και σε κάθε δειγματοληψία γινόταν αντικατάσταση μόνο του πάνω ποτηριού. Έτσι ελαχιστοποιήθηκε κατά τον δυνατόν η διατάραξη του εδάφους κατά τη διάρκεια εξέλιξης του πειράματος. Ουσιαστικά δηλαδή με τον τρόπο που τοποθετήσαμε τις παγίδες προκαλείται διατάραξη του εδάφους μόνο στην 1^η αλλαγή ενώ στην 2^η και στην 3^η αυτό αποφεύγεται. Επίσης, για την προστασία των παγίδων από τη βροχή και την πτώση των φύλλων, αυτές καλύφθηκαν με πλαστικό δισκίο διαμέτρου 170mm, που απείχε από το έδαφος περίπου 50mm.



Εικόνα 1 Παγίδα Παρεμβολής (pitfall trap)



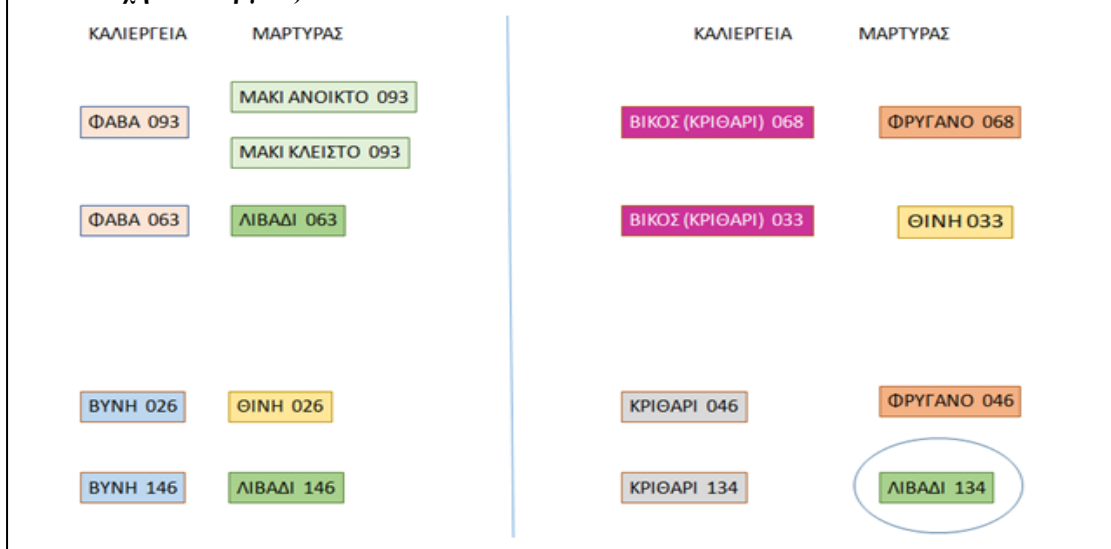
Εικόνα 1.11. Σχηματική απεικόνιση παγίδας παρεμβολής (αριστερά) και φωτογραφία από το πεδίο (δεξιά)

Τοποθετήθηκαν παγίδες σε διάφορους τύπους βιοτόπων, οργανωμένες σε σταθμούς. Πιο συγκεκριμένα οι παγίδες τοποθετήθηκαν σε ευθεία διάταξη και οργανώθηκαν σε 16 σταθμούς των 10 παγίδων. Επομένως είχαμε 160 παγίδες ανά μήνα. Η απόσταση μεταξύ τους ήταν περίπου 10m, ενώ μεταξύ των σταθμών τουλάχιστον 50m (Digweed, 1964). Η κατανομή των παγίδων ήταν τέτοια ώστε να καλύπτονται οι βασικοί τύποι βιοτόπων που συναντώνται στην περιοχή μελέτης. Η κάθε παγίδα του κάθε σταθμού ήταν αριθμημένη από το 1 έως το 10 και η αρίθμηση αυτή τηρήθηκε για όλες τις αλλαγές.

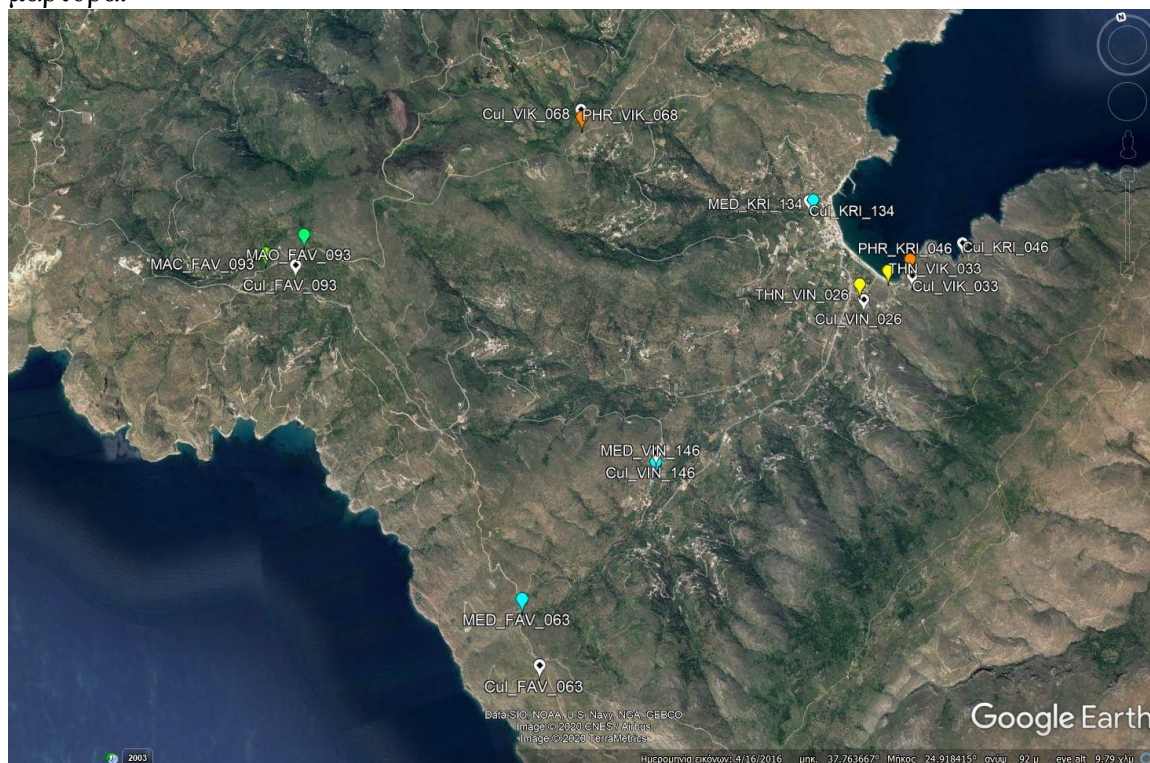
Η δειγματοληπτική περίοδος διήρκησε 3 μήνες, από τον Μάιο έως τον Αύγουστο του 2019. Τα δείγματα συλλέγονταν ανά μήνα άρα πραγματοποιήθηκαν 3 αλλαγές συνολικά. Επομένως συλλέχθηκαν 480 παγίδες παρεμβολής συγκεντρωτικά. Συγκεκριμένα στο νησί μας μελετήθηκαν 8 καλλιέργειες με τους 8 αντίστοιχους μάρτυρες που βρίσκονταν κοντά τους ως σταθμοί δειγματοληψίας. Αναλυτικότερα όσον αφορά τους μάρτυρες, μελετήθηκαν 2 σταθμοί φρυγάνων, 2 θινών, 2 μακίας και 2 εγκαταλελειμμένων λιβαδιών, ενώ ως προς τις καλλιέργειες μελετήσαμε 2 σταθμούς φάβας, 2 βύνης, 2 βίκου και 2 κριθαριού.

Χωρικά μία καλλιέργεια φάβας βρισκόταν κοντά σε μακία βλάστηση, μία φάβα κοντά σε λιβάδι, μία καλλιέργεια βύνης κοντά σε αμμοθίνη, μία βύνη κοντά σε λιβάδι, μία καλλιέργεια βίκου κοντά σε φρύγανα και μία κοντά σε αμμοθίνη, μια καλλιέργεια κριθαριού κοντά σε φρυγανική βλάστηση και τέλος ένα κριθάρι κοντά σε λιβάδι το οποίο όμως ακυρώθηκε σαν σταθμός δειγματοληψίας γιατί οι παγίδες καταστράφηκαν από ζώα (Εικόνα 1.12). Είναι λοιπόν κατανοητό ότι στο συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιήθηκε ένα μωσαϊκό αποτελούμενο από οργανικές καλλιέργειες μικρής έκτασης, ανάμεσα σε φυσικά συστήματα.

Εικόνα 1.12. Σχηματική απεικόνιση των σταθμών δειγματοληψίας (του κάθε μάρτυρα με την αντίστοιχη καλλιέργεια)



Ακολουθεί ο χάρτης της Άνδρου με τις τοποθεσίες των σταθμών δειγματοληψίας (Εικόνα 1.13) καθώς και ο αντίστοιχος πίνακας με τους κωδικούς των σταθμών και τους τύπους βιοτόπου (Πίνακας 1.4.3.1). Επιπλέον παρατίθεται πίνακας που δείχνει τις αποστάσεις μεταξύ της κάθε καλλιέργειας από τον αντίστοιχο γειτονικό της μάρτυρα.



Εικόνα 1.13. Χάρτης που δείχνει τις πινέζες κάθε μία από τις οποίες αντιπροσωπεύει και ένα σταθμό του πειράματος

Πίνακας 1.4.3.1. Κωδικοί των διαφορετικών τύπων βιοτόπου

Κωδικός Σταθμού	Τύπος Βιοτόπου	Γεωγραφικό Πλάτος	Γεωγραφικό Μήκος
Cul_FAV_093	Καλλιέργεια φάβας	37,777893°	24,890030°
MAO_FAV_093	Μακί ανοιχτό	37,780018°	24,891854°
MAC_FAV_093	Μακί κλειστό	37,779413°	24,887133°
Cul_FAV_063	Καλλιέργεια φάβας	37,740132°	24,906971°
MED_FAV_063	Λιβάδι	37,745700°	24,906609°
Cul_VIN_026	Καλλιέργεια Βύνης	37,764612°	24,951366°
THN_VIN_026	Θίνες	37,766091°	24,951435°
Cul_VIK_068	Καλλιέργεια Βίκου	37,786077°	24,924571°
PHR_VIK_068	Φρύγανα	37,785318°	24,924465°
Cul_KRI_046	Καλλιέργεια Κριθαριού	37,767746°	24,964230°
PHR_KRI_046	Φρύγανα	37,767298°	24,957811°
Cul_VIK_033	Καλλιέργεια Βίκου	37,765746°	24,957402°
THN_VIK_033	Θίνες	37,766743°	24,955048°
Cul_KRI_134	Καλλιέργεια Κριθαριού	37,774722°	24,948351°
Cul_VIN_146	Καλλιέργεια Βύνης	37,755276°	24,924202°
MED_VIN_146	Λιβάδι	37,754506°	24,923949°

Πίνακας 1.4.3.2 Αποστάσεις μεταξύ της κάθε καλλιέργειας και του αντίστοιχου μάρτυρα

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ
ΦΑΒΑ (fav063)	Cul_FAV_063	ΛΙΒΑΔΙ (med63)	MED_FAV_063	626m
ΒΥΝΗ (vin146)	Cul_VIN_146	ΛΙΒΑΔΙ (med146)	MED_VIN_146	90m
ΒΥΝΗ (vin026)	Cul_VIN_026	ΘΙΝΕΣ (thn026)	THN_VIN_026	163m
ΒΙΚΟΣ (vik033)	Cul_VIK_033	ΘΙΝΕΣ (thn033)	THN_VIK_033	236m
ΚΡΙΘΑΡΙ (kri046)	Cul_KRI_046	ΦΡΥΓΑΝΑ (phr046)	PHR_KRI_046	566m
ΚΡΙΘΑΡΙ (kri134)	Cul_KRI_134	ΛΙΒΑΔΙ (med134)*	MED_KRI_134*	145m
ΒΙΚΟΣ (vik068)	Cul_VIK_068	ΦΡΥΓΑΝΑ (phr068)	PHR_VIK_068	105m
ΦΑΒΑ (fav093)	Cul_FAV_093	ΜΑΚΙ (mac093)	Cul_FAV_093	360m
ΦΑΒΑ (fav093)	Cul_FAV_093	ΜΑΚΙ (mao093)	MAO_FAV_093	295m

*Με αστερίσκο είναι ο σταθμός δειγματοληψίας που ακυρώθηκε λόγω καταστροφής

1.4.4 Διαλογή υλικού – Ταξινόμηση – Επεξεργασία δεδομένων

Μετά τη συλλογή τους από το πεδίο, τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο για περαιτέρω επεξεργασία.

Στην παρούσα μελέτη όπως αναφέρθηκε παραπάνω, σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας τοποθετήθηκαν 10 παγίδες οι οποίες ανά μήνα αλλάζονταν με καινούριες. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι στο τέλος του πειράματος είχαμε συνολικά 480 παγίδες. Επειδή όμως κάποιες παγίδες στη διάρκεια αυτών των 3 μηνών εξέλιξης του πειράματος καταστραφήκαν (από ανθρώπινη παρέμβαση ή ζώα) στο πεδίο και εμείς θέλαμε οι σταθμοί δειγματοληψίας να έχουν τον ίδιο αριθμό παγίδων για όσο το δυνατόν καλύτερη σύγκριση, κρατήσαμε 6 από αυτές ως μέγιστο αριθμό παγίδων κάθε σταθμού σε κάθε αλλαγή. Αυτή η διαδικασία πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο και αυτό που έγινε ουσιαστικά ήταν να ανοιχτούν όλες οι παγίδες, να μετρηθεί και να προσδιοριστεί το περιεχόμενό τους και να κρατηθούν οι 6 κάθε σταθμού που δούλεψαν καλύτερα κατά τη διάρκεια και των τριών μηνών δειγματοληψίας. Επομένως τελικά είχαμε 288 παγίδες παρεμβολής και τα άτομα αυτών των παγίδων θα μελετηθούν στη συνέχεια.

Το περιεχόμενο κάθε παγίδας τοποθετήθηκε πάνω σε πλαστικό δίσκο για να γίνει η διαλογή (sorting) των ζώων με ειδικές λαβίδες. Στη συνέχεια με τη βοήθεια στερεοσκοπίου και ειδικών κλειδών προσδιορισμού (Erik Arndt, Peer Schnitter, Spyros Sfenthourakis, David W. Wrase, 2011, “Beetles”, Harde, 1984, Reitter, 1922), καταλόγων ειδών και δημοσιεύσεις περιγραφών, έγινε αναγνώριση και καταγραφή όλων των αρθροπόδων στο επίπεδο της τάξης, των Κολεοπτέρων σε επίπεδο οικογένειας και των οικογενειών Tenebrionidae και Carabidae σε επίπεδο είδους. Ακολούθησε η ταξινόμησή τους σε μπουκαλάκια με 95% αλκοόλη για συντήρηση, με βάση την τάξη στην οποία ανήκαν, τον τόπο και την ημερομηνία συλλογής καθώς και τον αύξοντα αριθμό της παγίδας από την οποία συλλέχθηκαν. Σε ορισμένα άτομα Κολεοπτέρων των οικογενειών Carabidae και Tenebrionidae έγινε μονιμοποίηση στο εργαστήριο με σκοπό τη δημιουργία συλλογής αναφοράς.

Ακολούθησε στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της συστηματικής κατάταξης με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα EXCEL 2007 καθώς και τα στατιστικά προγράμματα STATISTICA 6.0, CANOCO 4.5 και PRIMER 6.1.8.

Όλα τα άτομα των οικογενειών Carabidae και Tenebrionidae που συλλέχθηκαν και αναγνωρίστηκαν, μετρήθηκαν και το περιεχόμενο της κάθε παγίδας ανά μήνα, ανάχθηκε σε 30 παγιδοημέρες σύμφωνα με τον τύπο $(N \times 30 / Td)$, όπου N ο αριθμός των ατόμων κάθε είδους και Td είναι ο αριθμός των ημερών που λειτούργησαν οι παγίδες. Σε κάθε περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν λογαριθμικές τιμές βάσει του τύπου $\log_{10}(x+1)$ των μέσων τιμών αφθονίας των ατόμων που συλλέχθηκαν ανά σταθμό ανά 30 παγιδοημέρες. Η λογαρίθμηση αυτή πραγματοποιήθηκε έτσι ώστε οι τιμές να έρθουν πιο κοντά και να είναι συγκρίσιμες μεταξύ τους. Επιπλέον μη λογαριθμημένες τιμές δε δίνουν κανονική κατανομή.

Οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν αφού πρώτα έγιναν οι κατάλληλες επεξεργασίες των δεδομένων στο EXCEL. Έτσι λοιπόν έγιναν τα εξής:

➤ **One-way ANOVA στο πρόγραμμα STATISTICA 6.0**

Η Μονόδρομη Ανάλυση της Διακύμανσης (ANalysis Of VAriance – ANOVA) είναι μια στατιστική μέθοδος που διασπά τη μεταβλητότητα που υπάρχει σε ένα σύνολο δεδομένων, στις επιμέρους συνιστώσες της, ούτως ώστε να αποκαλυφθεί η σημαντικότητα των διαφορετικών πηγών προέλευσης της. Αποτελεί μια μέθοδο που βασίζεται στην εκτίμηση της συνολικής μεταβλητότητας των δεδομένων και για να διαπιστωθεί ποιες τελικά από τις διαφορετικές κατηγορίες επηρεάζουν ή όχι τα δεδομένα, ερευνάται η συνεισφορά τους στη συνολική μεταβλητότητα. Έτσι λοιπόν, οι κατηγορίες που έχουν σημαντική συνεισφορά, επηρεάζουν τα δεδομένα σημαντικά (Howell, 2002).

Στην παρούσα μελέτη τα δεδομένα από το νησί της Άνδρου που αφορούσαν στις αφθονίες των ατόμων και στον πλούτο των ειδών αρχικά μετασχηματίστηκαν σε λογαριθμικές τιμές βάσει του τύπου $\log_{10}(x+1)$, προκειμένου να προσεγγιστεί η κανονική κατανομή. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε η One-way ANOVA για να προσδιοριστεί το ποσοστό της συνολικής διακύμανσης των μέσων τιμών της αφθονίας, του πλούτου των ειδών και του δείκτη ποικιλότητας Shannon – Wiener μεταξύ των διαφορετικών σταθμών δειγματοληψίας, προκειμένου να ελεγχθεί η επίδραση του τύπου βιοτόπου, του εδαφικού υποστρώματος και της δομής και της σύνθεσης της βλάστησης.

Ο πιο δημοφιλής και περισσότερο χρησιμοποιούμενος δείκτης για την μέτρηση της ποικιλότητας των ειδών σε μία βιοκοινότητα είναι ο δείκτης ποικιλότητας των Shannon – Wiener (H') (1949). Ο δείκτης αυτός είναι βασισμένος στη θεωρία των πληροφοριών και όχι σε πρακτικές εφαρμογές οικολογίας (Krebs, 1999). Σύμφωνα με τη θεωρία των πληροφοριών, το οικοσύστημα λειτουργεί ως διάυλος επικοινωνίας και τα στοιχεία που το απαρτίζουν ως μεταφορείς της πληροφορίας. Οι δείκτες ποικιλότητας αποτελούν μια πρακτική εφαρμογή αυτής της αντίληψης στα οικοσυστήματα και αποτελούν μέτρο της δομής και της ετερογένειας των βιοκοινοτήτων των οικοσυστημάτων. Οι πληροφορίες που λαμβάνονται για μια βιοκοινότητα είναι οι εξής: ο αριθμός των ειδών, ο αριθμός των ατόμων από κάθε είδος, οι περιοχές που καταλαμβάνουν τα άτομα από κάθε είδος και οι περιοχές που καταλαμβάνουν τα άτομα σαν ξεχωριστά άτομα. Ο δείκτης Shannon υποθέτει ότι ένα άτομο επιλέγεται τυχαία από μία απείρως μεγάλη βιοκοινότητα (Pielou, 1975) και ότι όλα τα είδη αντιπροσωπεύονται στο δείγμα. Έτσι μετράει το βαθμό “αβεβαιότητας” στην πρόβλεψη του είδους (Καρανδεινός, 2007). Ο δείκτης Shannon υπολογίζεται από τον τύπο (Magurran, 2004):

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

όπου p_i η πιθανότητα ένα τυχαίο άτομο της βιοκοινότητας με S είδη, να ανήκει στο είδος i και S ο αριθμός των ειδών. Ο δείκτης Shannon αυξάνει με τον αριθμό των ειδών σε μία κοινωνία και θεωρητικά μπορεί να φτάσει σε πολύ μεγάλες τιμές. Για μία πλήρως ισομερή βιοκοινότητα, όπου όλα τα είδη εκπροσωπούνται με ίσο αριθμό ατόμων, ο δείκτης παίρνει τη μέγιστη τιμή. Για δύο πλήρως ισομερείς βιοκοινότητες, μεγαλύτερο δείκτη Shannon παρουσιάζει εκείνη με το μεγαλύτερο αριθμό ειδών. Ο όρος ομοιομορφία (equitability) εκφράζει την ισοκατανομή των ατόμων μέσα σε δεδομένο αριθμό ειδών. Τα δείγματα ή οι περιοχές θεωρούνται ότι έχουν υψηλή ποικιλότητα αν τα άτομα του κάθε είδους κατανέμονται ομοιόμορφα.

Με την post hoc δοκιμή των Ελαχίστων Τετραγώνων των Διαφορών (LSD), προσδιορίστηκαν οι ομάδες των σταθμών δειγματοληψίας και των τύπων βιοτόπου μεταξύ των οποίων εντοπίστηκαν οι στατιστικά σημαντικές διαφορές των μέσων τιμών της αφθονίας και του πλούτου των ειδών.

➤ **Cluster Analysis και Non-metric Multi-Dimensional Scaling – NMDS στο PRIMER**

Για την μελέτη της σύνθεσης των ειδών (δεδομένα παρουσίας και απουσίας) στους διαφορετικούς τύπους βιοτόπου και σταθμούς δειγματοληψίας, πραγματοποιήθηκε Ανάλυση Ομαδοποίησης - Cluster Analysis (Primer v6). Για τη μελέτη των διαφορών μεταξύ των συναθροίσεων των ειδών στους διαφορετικούς σταθμούς δειγματοληψίας και στους διαφορετικούς τύπους βιοτόπου, πραγματοποιήθηκε η Μη Μετρική Πολυδιάστατη Ανάλυση - NMDS (Primer v6). Σε όλες τις αναλύσεις χρησιμοποιήθηκαν οι δεκαδικοί λογάριθμοι $[\log_{10}(x+1)]$ των μέσων τιμών των συλλήψεων των Κολεοπτέρων ανά σταθμό ανά 30 παγιδοημέρες.

Στην παρούσα εργασία, η ομαδοποίηση των σταθμών και των βιοτόπων έγινε με βάση το δείκτη ανομοιότητας Bray Curtis. Το εύρος των τιμών του δείκτη είναι μεταξύ 0 και 1, όπου 0 σημαίνει ότι δύο θέσεις έχουν ίδια σύνθεση ειδών ενώ 1 σημαίνει ότι οι δύο θέσεις δεν έχουν κανένα κοινό είδος (Legendre & Legendre 1998).

Η Μη Μετρική Πολυδιάστατη Ανάλυση (NMDS) χρησιμοποιείται ουσιαστικά για την κατασκευή ενός δυσδιάστατου διαγράμματος που δείχνει τις αλλαγές των συναθροίσεων των Carabidae και Tenebrionidae μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας και μεταξύ των διαφορετικών τύπων βιοτόπου που μελετήθηκαν στο νησί. Και σε αυτή την ανάλυση έγινε χρήση του δείκτη ανομοιότητας Bray Curtis (Bray & Curtis 1957). Για να ελέγξουμε τη σημαντικότητα των διαφορών στην δομή των συναθροίσεων των εδαφικών Κολεοπτέρων που προκύπτουν από την ανάλυση NMDS, χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία της Ανάλυσης της Ομοιότητας ANOSIM (Clarke 1993).

➤ **Principal Components Analysis - PCA + Redundancy Analysis - RDA στο Canoco**

Η Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών - PCA αποτελεί μια μέθοδο πολυμεταβλητής ανάλυσης που χρησιμοποιεί γραμμικούς συνδυασμούς των αρχικών μεταβλητών, που δεν σχετίζονται μεταξύ τους, τις Κύριες Συνιστώσες. Έτσι ο αριθμός των μεταβλητών που αρχικά πρέπει να εξεταστούν περιορίζεται στις κύριες συνιστώσες.

Χρησιμοποιήθηκε λοιπόν για να γίνει διερεύνηση της σύνθεσης και της δομής των βιοκοινοτήτων των ειδών των οικογενειών Carabidae και Tenebrionidae στο νησί. Η μέθοδος αυτή δηλαδή εφαρμόστηκε για την ομαδοποίηση των διαφορετικών σταθμών και βιοτόπων με βάση την ομοιότητα των συναθροίσεων των ειδών των Carabidae και Tenebrionidae από δεδομένα μέσων τιμών αφθονίας.

Η Ανάλυση Πλεονασμού - RDA είναι μία τεχνική η οποία αποσπά και συνοψίζει τη διακύμανση μίας ομάδας εξαρτημένων μεταβλητών η οποία δύναται να επεξηγηθεί από μία ομάδα ανεξάρτητων (επεξηγηματικών) μεταβλητών. Η ανάλυση περιγράφει τους άριστους γραμμικούς συνδυασμούς μεταξύ συνιστωσών των εξαρτημένων μεταβλητών που «πλεονάζουν», δηλαδή επεξηγούνται από μία ομάδα ανεξάρτητων μεταβλητών (Πετρίδης, 2015). Η Ανάλυση Πλεονασμού στην προκειμένη περίπτωση, πραγματοποιήθηκε για να ελέγξουμε την απόκριση των βιοκοινοτήτων των Κολεοπτέρων στις περιβαλλοντικές παραμέτρους που εμείς επιλέξαμε να διερευνήσουμε.

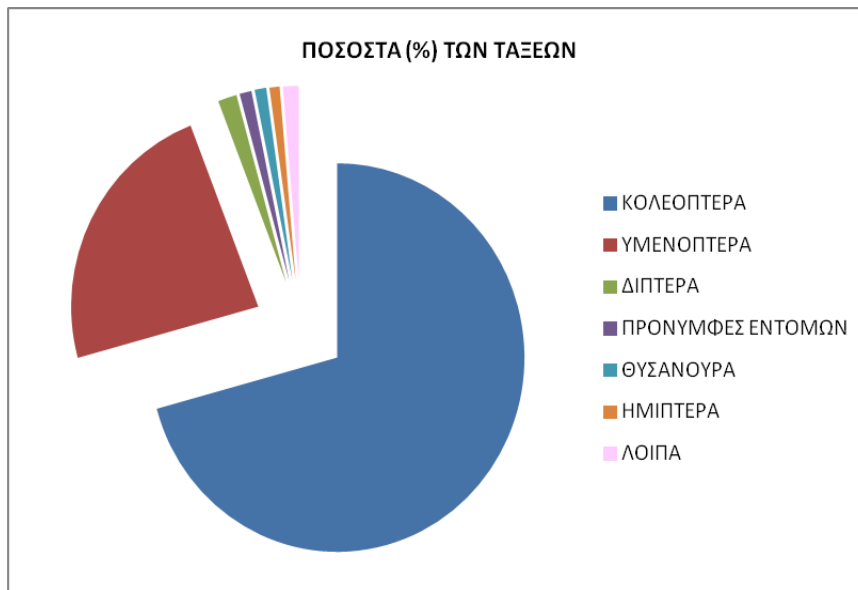
2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

2.1 ΤΑΞΕΙΣ ΕΝΤΟΜΩΝ – ΚΟΛΕΟΠΤΕΡΑ

Στην παρούσα μελέτη, στο σύνολο των παγίδων που τοποθετήθηκαν (480 παγίδες), συλλέχθηκαν, μετρήθηκαν και προσδιορίστηκαν στο εργαστήριο 96.014 άτομα ασπονδύλων. Επιπλέον παγιδεύτηκαν 120 άτομα σπονδυλόζων τα οποία αντιπροσωπεύτηκαν από σαύρες, μυγαλές και ποντίκια. Η κυρίαρχη ομάδα ήταν τα Κολεόπτερα (58.361 άτομα – ποσοστό 61%) από τα οποία τα 47.622 άτομα (ποσοστό 82%) ανήκαν στην οικογένεια Tenebrionidae. Η οικογένεια των σχετικά υγρόφιλων Carabidae αντιπροσωπεύεται μόνο από 832 άτομα (ποσοστό 1,5%). Ωστόσο τα παραπάνω δεδομένα αφορούν τον αρχικό σχεδιασμό του πειράματος. Όμως όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο «ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ» λόγω καταστροφών αναλύθηκε το περιεχόμενο 6 παγίδων σε κάθε σταθμό, αντί 10 του αρχικού σχεδιασμού. Επομένως ο τελικός αριθμός των παγίδων παρεμβολής που αναλύθηκαν ήταν 288, τοποθετημένες ανά 6 σε κάθε σταθμό για τρεις συνεχόμενους μήνες δειγματοληψίας.

Το σύνολο των ατόμων που συλλέχθηκε από τις 6 παγίδες του κάθε σταθμού που ήταν ενεργές κατά τους τρεις συνεχόμενους μήνες δειγματοληψίας, μειώθηκε στα 62.171 άτομα. Από αυτά τα 52.697 ανήκουν σε 16 τάξεις των εντόμων. Η τάξη των Κολεοπτέρων, που διατήρησε το ποσοστό αντιπροσώπευσης της μετά την αφαίρεση των κατεστραμμένων παγίδων, αποτελεί και πάλι το κυρίαρχο στοιχείο της εδαφοπανίδας, (36.783 άτομα-ποσοστό 59%).

Μεταξύ των τάξεων των εντόμων τα Κολεόπτερα συνιστούν το 69,8% των ατόμων και ακολουθούν τα Υμενόπτερα με ποσοστό 23,04%. Εντός της τάξης των Υμενοπτέρων η συντριπτική πλειονότητα των ατόμων που συλλέχθηκαν ανήκουν στην οικογένεια Formisidae (ποσοστό 21,46%) ενώ τα υπόλοιπα άτομα (ποσοστό 1,58%) αφορούν ιπτάμενα είδη που τυχαία συλλέχθηκαν από τις παγίδες παρεμβολής. Με πολύ μικρότερα ποσοστά αντιπροσώπευσης ακολουθούν τα Δίπτερα, οι προνύμφες των εντόμων, τα Θυσάνουρα και τα Ημίπτερα (Εικόνα 2.1).

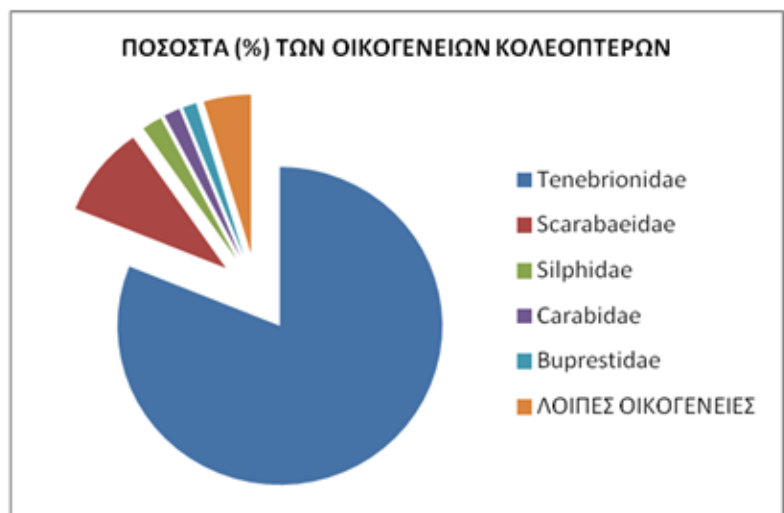


Εικόνα 2.1. Ποσοστά (%) των τάξεων των εντόμων

Τα Κολεόπτερα αντιπροσωπεύονται στα πλαίσια της παρούσας μελέτης από 34 οικογένειες (Πίνακας 2.1) με κυρίαρχη την οικογένεια Tenebrionidae (ποσοστό 81,08% - 29.826 άτομα) και ακολούθησαν με πολύ μικρότερα ποσοστά οι οικογένειες Scarabaeidae (9,2%), Silphidae (1,99%), Carabidae (1,6%) και Buprestidae (1,38%) (Εικόνα 2.2).

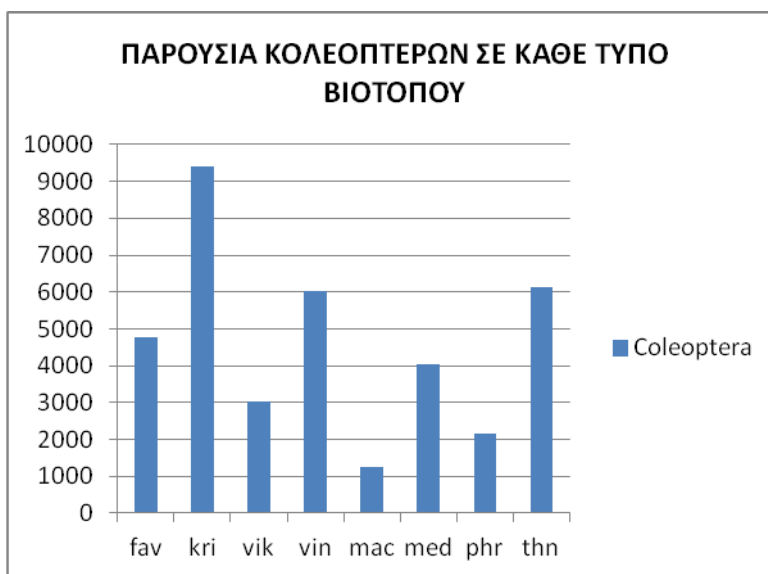
Πίνακας 2.1. Οι 34 οικογένειες των Κολεοπτέρων που απαντήθηκαν στην παρούσα μελέτη

Coleoptera	
Alleculidae	Hydrophilidae
Anobiidae	Lathrididae
Anthicidae	Leiodidae
Bruchidae	Meloidae
Buprestidae	Melyridae
Byrrhidae	Mortelidae
Cantharidae	Nitidulidae
Cherambicidae	Oedemeridae
Chrysomelidae	Ptillidae
Cleridae	Ptinidae
Coccinellidae	Scarabaeidae
Cryptophagidae	Scraptiidae
Curculionidae	Silphidae
Dermestidae	Silvanidae
Elateridae	Staphylinidae
Endomychidae	Tenebrionidae
Histeridae	Carabidae



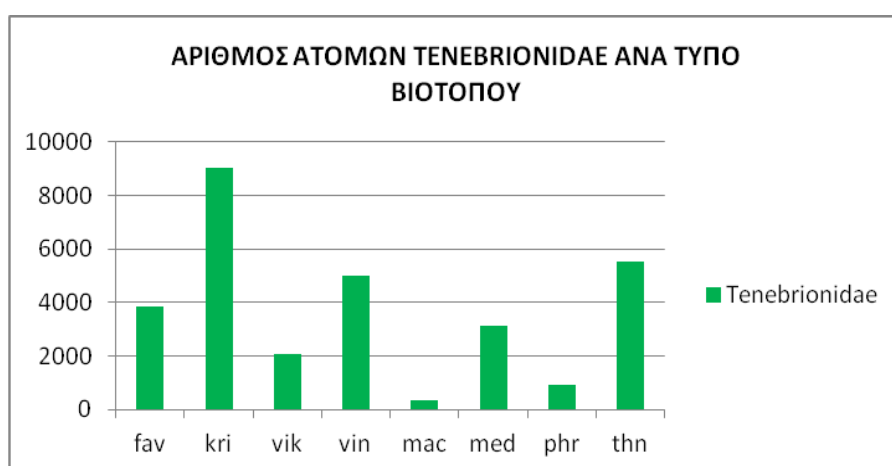
Εικόνα 2.2. Ποσοστά (%) των οικογενειών των Κολεοπτέρων

Μεταξύ των διαφορετικών τύπων βιοτόπου που αναλύθηκαν κατά τη διάρκεια της μελέτης, ο πιο φιλόξενος τύπος βιοτόπου για την ομάδα των Κολεοπτέρων ήταν η καλλιέργεια του κριθαριού. Σχετικά υψηλές τιμές αφθονίας παρατηρήθηκαν στις καλλιέργειες βύνης και φάβας, ενώ μεταξύ των μαρτύρων οι θίνες εμφάνισαν τις υψηλότερες τιμές και τα μακί τις χαμηλότερες (Εικόνα 2.3).



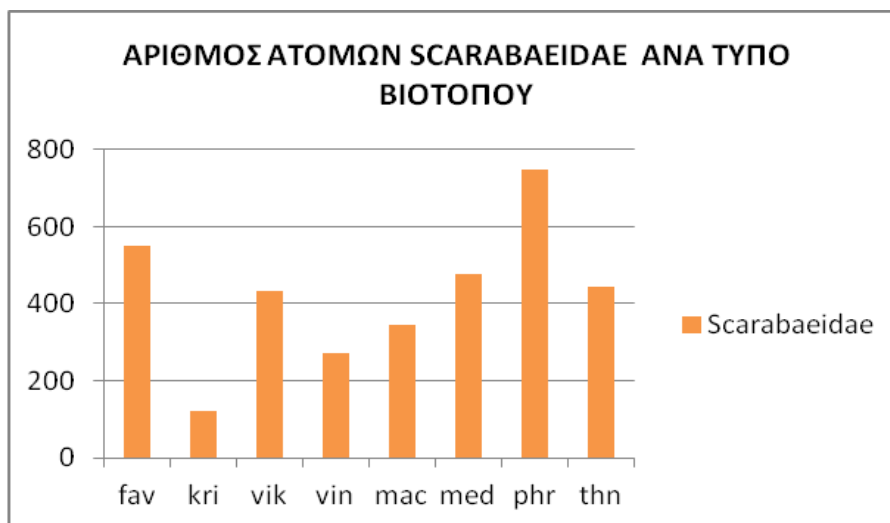
Εικόνα 2.3. Παρουσία των Κολεοπτέρων σε κάθε τύπο βιοτόπου

Η οικογένεια Tenebrionidae που αποτελεί την κυρίαρχη ομάδα των Κολεοπτέρων, είναι αυτή που καθορίζει τις κατανομές των ατόμων στους διαφορετικούς τύπους βιοτόπου στο σύνολο των Κολεοπτέρων. Έτσι το πρότυπο των βιοτοπικών προτιμήσεων των ατόμων της οικογένειας Tenebrionidae, είναι ακριβώς το ίδιο με το πρότυπο που εμφανίζει η τάξη. Άρα μεταξύ των διαφορετικών τύπων βιοτόπου το κριθάρι από τις καλλιέργειες και οι θίνες από τους μάρτυρες ήταν οι πιο φιλόξενοι βιότοποι για τα άτομα της οικογένειας Tenebrionidae (Εικόνα 2.4).



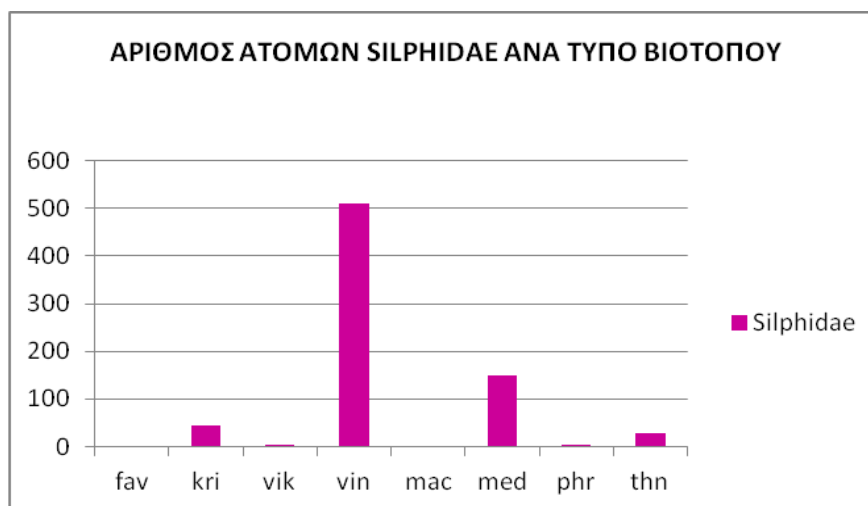
Εικόνα 2.4. Αριθμός των ατόμων Tenebrionidae ανά τύπο βιοτόπου

Η 2^η οικογένεια σε αριθμό ατόμων ήταν τα Scarabaeidae και το πρότυπο της κατανομής τους στους τύπους βιοτόπου διαφοροποιείται από το πρότυπο που ακολούθησαν τα Tenebrionidae. Η κυριότερη διαφορά εντοπίζεται στο ότι γενικά εμφάνισαν υψηλότερες τιμές αφθονίας στους μάρτυρες σε σχέση με τις καλλιέργειες. Από τους μάρτυρες, τα φρύγανα και από τις καλλιέργειες η φάβα, φιλοξένησαν τα περισσότερα Scarabaeidae (Εικόνα 2.5).



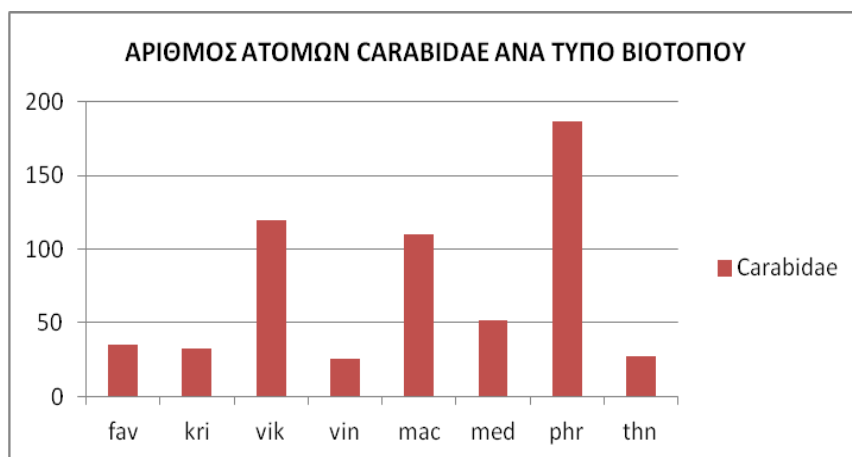
Εικόνα 2.5. Αριθμός ατόμων Scarabaeidae ανά τύπο βιοτόπου

Τα άτομα της οικογένειας Silphidae ουσιαστικά περιορίστηκαν σε τρεις διαφορετικούς τύπους βιοτόπου. Οι υψηλότερες τιμές αφθονίας μεταξύ των καλλιεργειών παρατηρήθηκαν στις καλλιέργειες της βύνης και του κριθαριού, ενώ στους μάρτυρες απαντώνται μόνο στα εγκαταλειμμένα λιβάδια (Εικόνα 2.6).



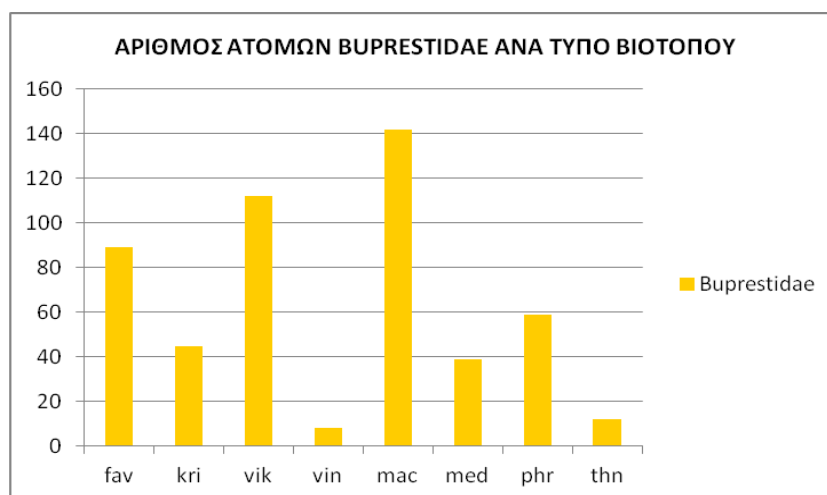
Εικόνα 2.6. Αριθμός ατόμων Silphidae ανά τύπο βιοτόπου

Τα άτομα της οικογένειας Carabidae αν και εμφάνισαν πολύ μικρό ποσοστό (1,6%) κατανέμονται σε όλους τους τύπους βιοτόπου με μεγαλύτερες αφθονίες στα φρυγανικά οικοσυστήματα και τις μακί διαπλάσεις. Στις καλλιέργειες εμφάνισαν γενικά μικρότερες τιμές, έχοντας μεγαλύτερη προτίμηση στο βίκο (Εικόνα 2.7).



Εικόνα 2.7. Αριθμός ατόμων Carabidae ανά τύπο βιοτόπου

Οι μακί διαπλάσεις καθώς και οι καλλιέργειες του βίκου και της φάβας ήταν οι βιότοποι με τα περισσότερα άτομα της οικογένειας Buprestidae ενώ αντίθετα η καλλιέργεια της βύνης και τα αμμοθινικά συστήματα παρουσίασαν πολύ λίγα άτομα (Εικόνα 2.8).



Εικόνα 2.8. Αριθμός ατόμων Buprestidae ανά τύπο βιοτόπου

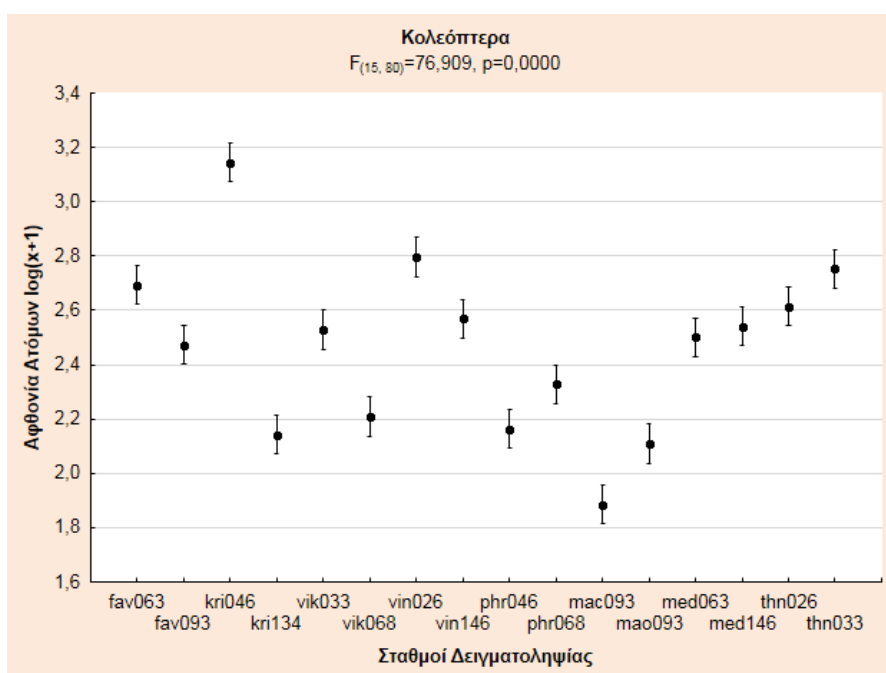
2.1.1 Αφθονία Ατόμων – Ποικιλότητα σε επίπεδο οικογενειών Κολεοπτέρων

Για τη μελέτη της αφθονίας των ατόμων καθώς και της ποικιλότητας των οικογενειών των Κολεοπτέρων τόσο στους διάφορους σταθμούς δειγματοληψίας, όσο και στους διαφορετικούς τύπους βιοτόπου, χρησιμοποιήθηκε η Μονόδρομη Ανάλυση της Διακύμανσης (one way ANOVA) και έγινε ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD.

➤ Αφθονία Ατόμων της τάξης των Κολεοπτέρων

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της one way ANOVA παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την αφθονία των ατόμων των Κολεοπτέρων μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας ($F = 76.909$, $p = 0.0000$). Οι διαφορές αυτές μάλιστα

δεν περιορίστηκαν μόνο μεταξύ σταθμών που ανήκουν σε διαφορετικούς τύπους βιοτόπου ή τύπους καλλιέργειας, αλλά επεκτάθηκαν και μεταξύ σταθμών που ανήκουν στον ίδιο τύπο. Από τη δοκιμή LSD παρατηρούμε ότι με εξαίρεση τα εγκαταλεημένα λιβάδια, σε όλους τους υπόλοιπους τύπους βιοτόπου οι σταθμοί του ίδιου τύπου διαχωρίζονται σημαντικά και πιο έντονη είναι η διαφοροποίηση των σταθμών στις καλλιέργειες σε σχέση με τους μάρτυρες (Πίνακας 2.1.1.1). Ιδιαίτερα στην καλλιέργεια κριθαριού όπου ο ένας σταθμός παρουσιάζει σημαντικά μεγαλύτερες τιμές αφθονίας από όλους τους υπόλοιπους σταθμούς, ενώ ο άλλος ανήκει σε ομάδα σταθμών με τις μικρότερες αφθονίες. Γενικά οι μικρότερες μέσες τιμές αφθονίας παρατηρήθηκαν στις μακί διαπλάσεις. Μεταξύ των υπόλοιπων σταθμών παρατηρήθηκαν αρκετές επικαλύψεις χωρίς να παρατηρείται κάποιο σαφές πρότυπο.

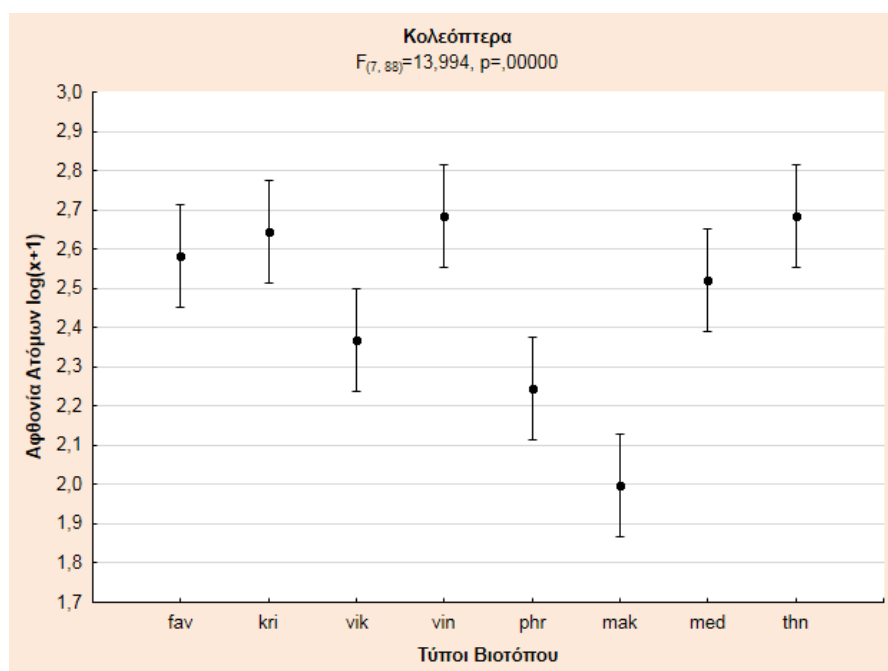


Εικόνα 2.1.1.1. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) της αφθονίας των ατόμων των Κολεοπτέρων ανά σταθμό δειγματοληψίας

sta	Ncol Mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9
mac093	1,884652	****								
mao093	2,108437		****							
kri134	2,142511		****							
phr046	2,162819		****							
vik068	2,208137		****							
phr068	2,327275			****						
fav093	2,473156				****					
med063	2,501581				****					
vik033	2,529655				****	****				
med146	2,541123				****	****				
vin146	2,569157				****	****				
thn026	2,614056					****	****			
fav063	2,694071						****	****		
thn033	2,752128							****	****	
vin026	2,797159								****	
kri046	3,144944									****

Πίνακας 2.1.1.1. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD για την αφθονία των ατόμων των Κολεοπτέρων ανά σταθμό δειγματοληψίας

Αν, παρά τις επιμέρους διαφορές των σταθμών που ανήκουν στον ίδιο τύπο, ενοποιηθούν οι σταθμοί ανά βιότοπο, η εικόνα είναι πιο ξεκάθαρη. Παρατηρείται, όπως και στην ανάλυση των σταθμών, ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών τύπων βιοτόπου ($F=13.994$, $p=0,00000$). Σύμφωνα με τη δοκιμή LSD δημιουργείται μία ομάδα βιοτόπων που απαρτίζεται από τις θίνες και τις καλλιέργειες φάβας, κριθαριού και βύνης, που εμφανίζουν τις υψηλότερες τιμές αφθονίας (Πίνακας 2.1.1.2). Σημαντικά μικρότερες τιμές έχουν οι μακί διαπλάσεις, ενώ στην ενδιάμεση ομάδα βιοτόπων υπάρχουν αρκετές επικαλύψεις. Σε αυτή την ομάδα υψηλότερη μέση τιμή έχουν τα λιβάδια και ακολουθούν η καλλιέργεια βίκου και τα φρύγανα (Εικόνα 2.1.1.2).

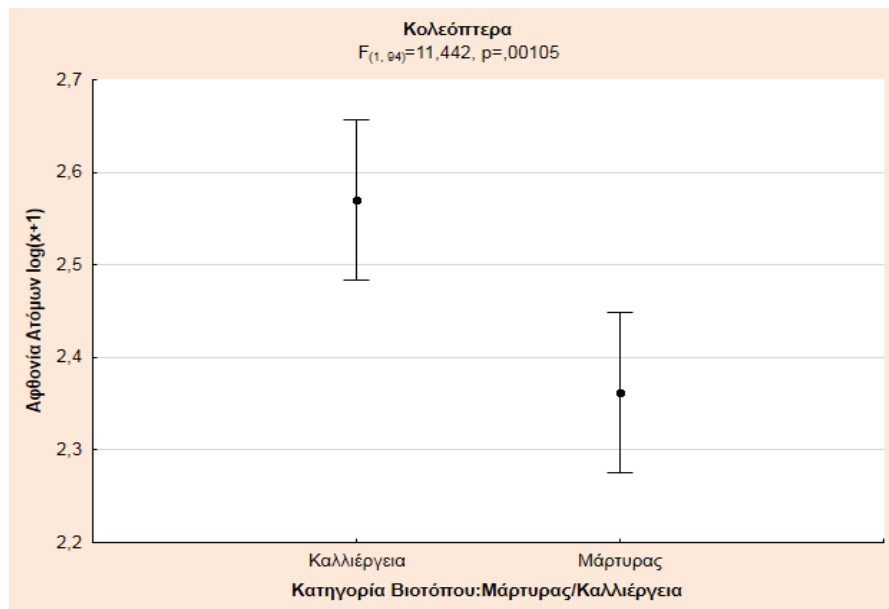


Εικόνα 2.1.1.2. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) της αφθονίας των ατόμων των Κολεοπτέρων ανά τύπο βιοτόπου

biot	Ncol	1	2	3	4
mak	1,996545				****
phr	2,245047		****		
vik	2,368896		****	****	
med	2,521352	****		****	
fav	2,583614	****			
kri	2,643727	****			
thn	2,683092	****			
vin	2,683158	****			

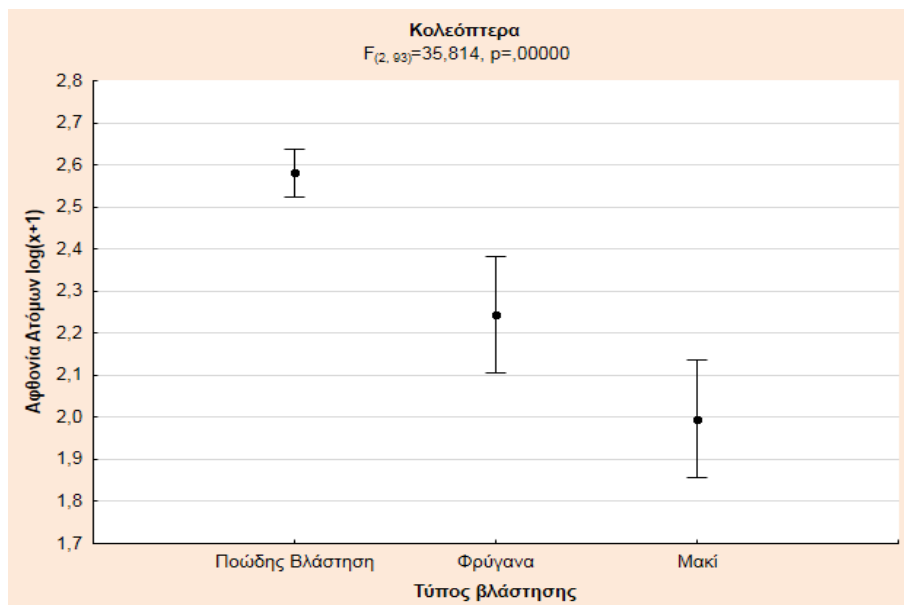
Πίνακας 2.1.1.2. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD για την αφθονία των ατόμων των Κολεοπτέρων ανά βιότοπο

Για τη μελέτη της επίδρασης της καλλιέργειας στην αφθονία των ατόμων των Κολεοπτέρων, οι σταθμοί ομαδοποιήθηκαν σε καλλιέργειες και μάρτυρες. Μετά από αυτή την ομαδοποίηση, φαίνεται ότι παρά τις επιμέρους διαφορές, οι καλλιέργειες στο σύνολό τους εμφανίζουν σημαντικά υψηλότερες τιμές αφθονίας Κολεοπτέρων σε σχέση με τους μάρτυρες ($F=11.442$, $p=0.00105$). (Εικόνα 2.1.1.3).



Εικόνα 2.1.1.3. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) της αφθονίας των ατόμων των Κολεοπτέρων με βάση το είδος του βιοτόπου: μάρτυρας ή καλλιέργεια

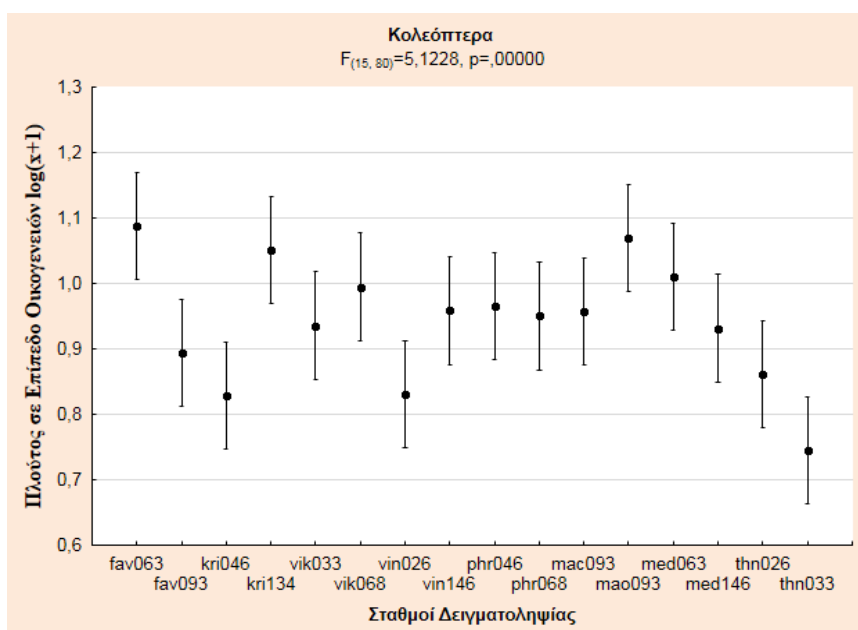
Για τη μελέτη της επίδρασης της βλάστησης στην αφθονία των ατόμων οι σταθμοί ομαδοποιήθηκαν σε σταθμούς με ποώδη βλάστηση, με φρύγανα και με μακί. Άρα ουσιαστικά όλοι οι σταθμοί των καλλιεργειών, οι θίνες και τα λιβάδια σχημάτισαν μία μεγάλη ομάδα με ποώδη βλάστηση, ενώ οι δύο μικρότερες ομάδες αντιπροσωπεύονται από τους σταθμούς των μακί και των φρυγανικών διαπλάσεων. Το διάγραμμα δείχνει ότι οι μέσες τιμές αφθονίας των Κολεοπτέρων μειώνονται μονότονα από τις ποώδεις διαπλάσεις προς τα φρύγανα και τα μακί (Εικόνα 2.1.1.4).



Εικόνα 2.1.1.4. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) της αφθονίας των ατόμων των Κολεοπτέρων με βάση τον τύπο κάλυψης

➤ **Ποικιλότητα στο επίπεδο των οικογενειών της τάξης των Κολεοπτέρων**

Στατιστικά σημαντικές διαφορές, σύμφωνα πάλι με τα αποτελέσματα της Μονόδρομης Ανάλυσης της Διακύμανσης, παρατηρήθηκαν μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας και ως προς την ποικιλότητα στο επίπεδο των οικογενειών των Κολεοπτέρων. Το πρότυπο δεν είναι σαφές και παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ σταθμών που ανήκουν στον ίδιο τύπο βιοτόπου ($F=5.1228$, $p=0.00000$). Ενδιαφέρον έχει ότι οι μακί διαπλάσεις που εμφάνισαν πολύ μικρές τιμές αφθονίας έχουν υψηλή ποικιλότητα στο επίπεδο των οικογενειών Κολεοπτέρων, ενώ το αντίθετο ακριβώς πρότυπο παρατηρήθηκε στις θίνες. Στις καλλιέργειες το κύριο χαρακτηριστικό είναι, οι διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται μεταξύ σταθμών που ανήκουν στον ίδιο τύπο και το γεγονός ότι σε κάποιες περιπτώσεις παρατηρείται αντίθετο πρότυπο μεταξύ αφθονίας και ποικιλότητας όπως στο σταθμό kri046, που έχει πολύ υψηλές τιμές αφθονίας αλλά χαμηλές τιμές ποικιλότητας (Εικόνα 2.1.1.5).

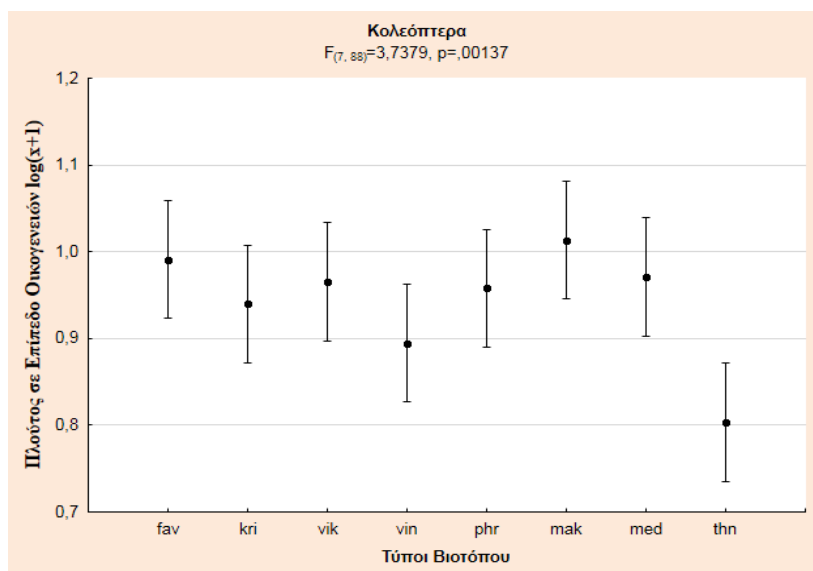


Εικόνα 2.1.1.5. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) του πλούτου των Κολεοπτέρων ανά σταθμό δειγματοληψίας

sta	Scol Mean	1	2	3	4	5	6	7	8
thn033	0,744725	****							
kri046	0,828916	****	****						
vin026	0,830955	****	****						
thn026	0,861796		****	****					
fav093	0,893747		****	****	****				
med146	0,931621		****	****	****	****			
vik033	0,935753		****	****	****	****	****		
phr068	0,950405			****	****	****	****	****	
mac093	0,957304			****	****	****	****	****	
vin146	0,958444			****	****	****	****	****	
phr046	0,965343			****	****	****	****	****	
vik068	0,994691				****	****	****	****	****
med063	1,009902					****	****	****	****
kri134	1,050622						****	****	****
mao093	1,069739							****	****
fav063	1,088026								****

Πίνακας 2.1.1.5. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD για τον πλούτο των οικογενειών των Κολεοπτέρων ανά σταθμό δειγματοληψίας

Με βάση τις μέσες τιμές ποικιλότητας σε επίπεδο οικογενειών ανά τύπο βιοτόπου, παρατηρείται, όπως και στην ανάλυση ανά σταθμό, ότι οι περισσότερες οικογένειες βρέθηκαν στις μακί διαπλάσεις, που είχαν τις μικρότερες τιμές αφθονίας, ενώ οι θίνες εμφάνισαν τις μικρότερες τιμές και άρα φιλοξενούν τις λιγότερες οικογένειες σε σχέση με τους υπόλοιπους τύπους βιοτόπου (Εικόνα 2.1.1.6). Γίνεται κατανοητό λοιπόν ότι οι συνθήκες του οικοσυστήματος των θινών είναι τέτοιες που μικρός σχετικά αριθμός οικογενειών μπορεί να προσαρμοστεί και να εγκατασταθεί με επιτυχία σε αυτές.

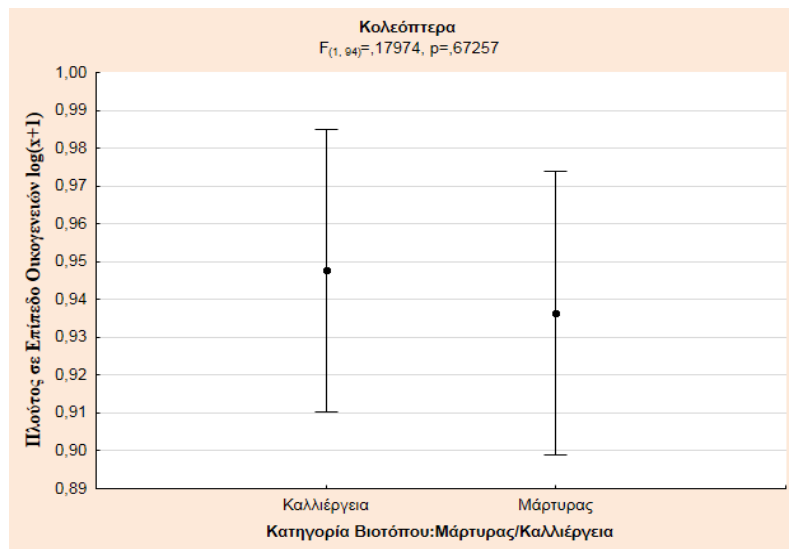


Εικόνα 2.1.1.6. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) του πλούτου των Κολεοπτέρων ανά τύπο βιοτόπου

biot	Scol Mean	1	2	3
thn	0,803260			****
vin	0,894700		****	****
kri	0,939769	****	****	
phr	0,957874	****	****	
vik	0,965222	****	****	
med	0,970762	****	****	
fav	0,990887	****		
mak	1,013521	****		

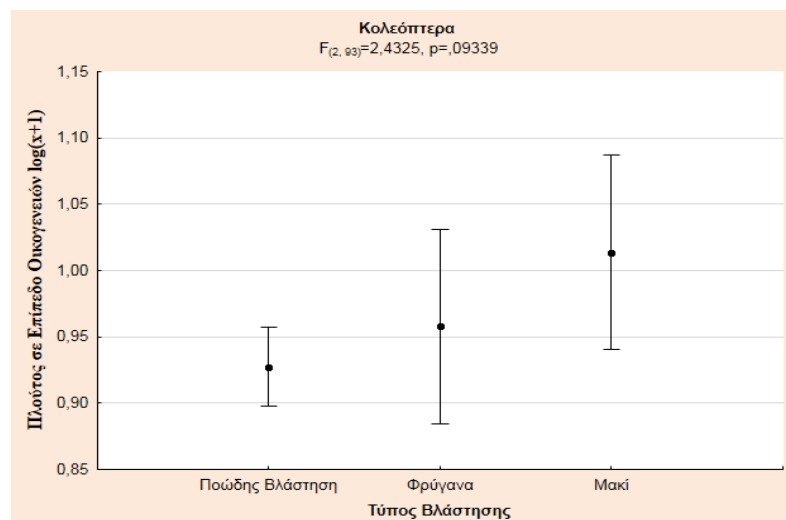
Πίνακας 2.1.1.6. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD για τον πλούτο των Κολεοπτέρων ανά τύπο βιοτόπου

Για τη μελέτη της επίδρασης της καλλιέργειας στην ποικιλότητα σε επίπεδο οικογενειών των Κολεοπτέρων, οι σταθμοί ομαδοποιήθηκαν σε καλλιέργειες και μάρτυρες, όπως έγινε και στην περίπτωση της αφθονίας των ατόμων. Μετά από αυτή την ομαδοποίηση, φαίνεται ότι παρά τις επιμέρους διαφορές, να μεν οι καλλιέργειες στο σύνολό τους εμφάνισαν μεγαλύτερη μέση τιμή, αλλά δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($F=0.17974$, $p=0.67257$)(Εικόνα 2.1.1.7).



Εικόνα 2.1.1.7. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) του πλούτου των Κολεοπτέρων με βάση το είδος του βιοτόπου: μάρτυρας ή καλλιέργεια

Τέλος ακριβώς το αντίθετο πρότυπο με αυτό της αφθονίας, εμφανίζεται στην περίπτωση της επίδρασης του τύπου βλάστησης στην ποικιλότητα. Ενώ δηλαδή οι μέσες τιμές αφθονίας των Κολεοπτέρων μειώνονται από τις ποώδεις διαπλάσεις προς τα φρύγανα και τα μακί, τώρα η ποικιλότητα σε επίπεδο οικογενειών, ακολουθεί μονότονη μείωση από τις μακί και τις φρυγανικές διαπλάσεις προς την ποώδη βλάστηση, χωρίς ωστόσο να παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές (Εικόνα 2.1.1.8).



Εικόνα 2.1.1.8. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) του πλούτου των Κολεοπτέρων με βάση τον τύπο κάλυψης

Συνοψίζοντας οι καλλιέργειες σε γενικές γραμμές, εμφάνισαν στο σύνολό τους μεγάλες τιμές αφθονίας ατόμων των Κολεοπτέρων όπως επίσης και οι λιβαδικές και αμμοθινικές εκτάσεις από την πλευρά των μαρτύρων. Τα εδάφη δηλαδή με ποώδη βλάστηση αναδείχθηκαν καταλληλότερα σε σύγκριση με τα άλλα και γι' αυτό συγκέντρωσαν τα περισσότερα άτομα. Αντίθετα τα εδάφη που χαρακτηρίζονται από μακία βλάστηση ήταν αυτά με τις μικρότερες τιμές αφθονίας ατόμων της τάξης. Στην περίπτωση της ποικιλότητας, στο επίπεδο των οικογενειών, δεν υπήρχε σαφής διαχωρισμός μεταξύ καλλιεργειών και μαρτύρων. Οι περισσότερες οικογένειες παρ' όλα αυτά παρατηρήθηκαν στις μακί διαπλάσεις, στα εδάφη δηλαδή που κυριαρχούν υψηλοί θάμνοι. Παρατηρούμε ότι το πρότυπο που ακολούθησε η αφθονία των ατόμων συναρτήσε του παράγοντα του τύπου βλάστησης, είναι ακριβώς αντίθετο

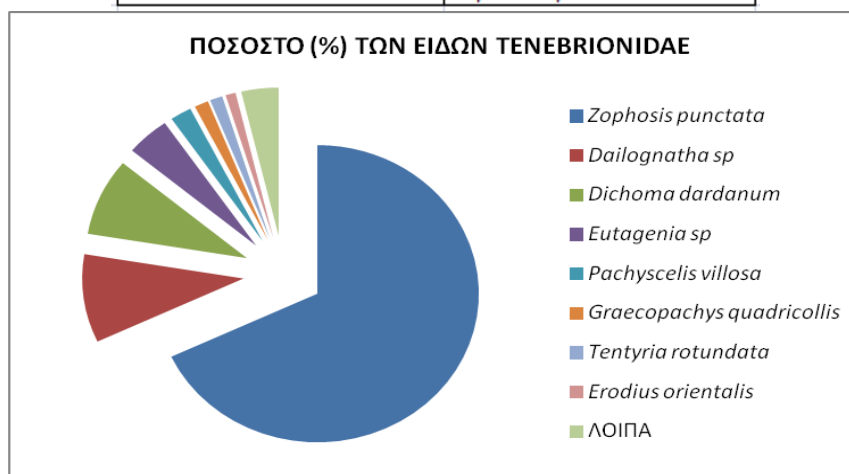
από αυτό που ακολούθησε η ποικιλότητα. Είναι αντιληπτό ότι σε πολλές περιπτώσεις, οι βιότοποι με τους μικρότερους αριθμούς ατόμων, φιλοξένησαν περισσότερες οικογένειες της τάξης των Κολεοπτέρων.

2.2 ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ TENEBRIONIDAE

Μεταξύ των οικογενειών των Κολεοπτέρων, τα Tenebrionidae κυριαρχούν με 29.826 άτομα (ποσοστό 81%). Τα άτομα της οικογένειας Tenebrionidae ανήκουν σε 24 είδη (Πίνακας 2.2.1). Παρατηρήθηκε ότι το πιο άφθονο είδος της οικογένειας ήταν το *Zophosis punctata* με ποσοστό 68,03% και μετά ακολουθούν το *Dailognatha sp* (9,6%), το *Dichoma dardanum* (8,4%), το *Eutagenia sp* (4,4%) και το *Pachyscelis villosa* (2,1%) (Εικόνα 2.2.1).

Πίνακας 2.2.1. Τα άτομα που απαντήθηκαν στην οικογένεια Tenebrionidae ανήκουν σε 24 είδη

Tenebrionidae	
<i>Akis elongata</i>	<i>Micrositus orbicularis</i>
<i>Cephalostenus orbicollis</i>	<i>Opatroides punctulatus</i>
<i>Colpotus pectoralis</i>	<i>Pachyscelis villosa</i>
<i>Dailognatha sp</i>	<i>Pedinus quadratus</i>
<i>Dendarus messenius</i>	<i>Pimelia sp</i>
<i>Dendarus dentitibia</i>	<i>Probaticus tenebricosus</i>
<i>Dichoma dardanum</i>	<i>Raiboscelis azureus</i>
<i>Dihilus</i>	<i>Scleron multistriatum</i>
<i>Erodus orientalis</i>	<i>Stenosis syrensis naxica</i>
<i>Eutagenia sp</i>	<i>Tentyria rotundata</i>
<i>Graecopachys quadricollis</i>	<i>Trachyscelis aphodioides</i>
<i>Idastradiella mucoreus</i>	<i>Zophosis punctata</i>



Εικόνα 2.2.1. Ποσοστό (%) των ειδών της οικ. Tenebrionidae

Οι διαφορετικού τύπου βιότοποι παρουσίασαν παραπλήσιες τιμές ως προς τα είδη που φιλοξενούν, ωστόσο τα περισσότερα είδη της οικογένειας Tenebrionidae, σε γενικές γραμμές, παρατηρήθηκαν σε σταθμούς καλλιέργειών. Πιο συγκεκριμένα η καλλιέργεια του κριθαριού ήταν αυτή που φιλοξένησε τα περισσότερα είδη (16) ενώ αμέσως μετά ήταν αυτές της φάβας και του βίκου, ενώ τον ίδιο αριθμό έδειξαν και οι θίνες (Πίνακας 2.2.2).

Πίνακας 2.2.2. Αριθμός ειδών της οικ. Tenebrionidae ανά τύπο βιοτόπου

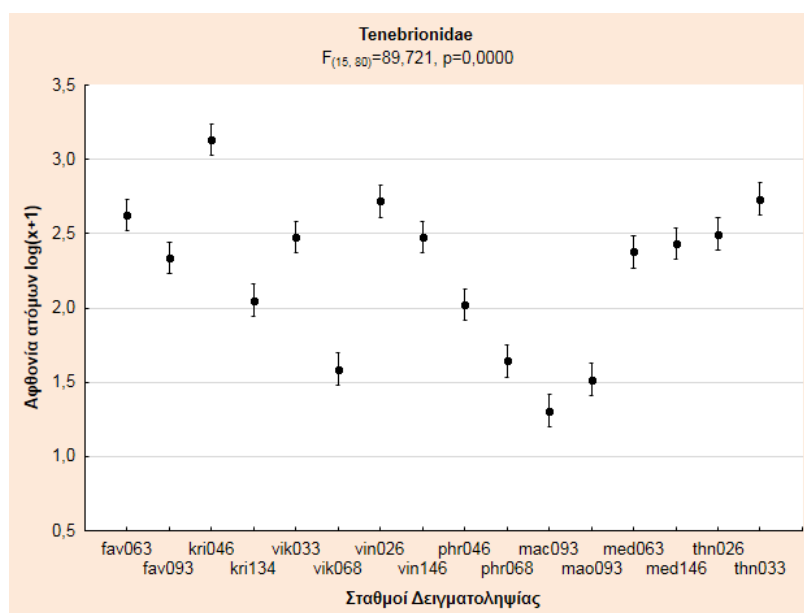
BIOT	fav	kri	vik	vin	mac	med	phr	thn
Number of Species-TENEBRIONIDAE	15	16	15	12	13	14	14	15

2.2.1 Αφθονία Ατόμων – Πλούτος Ειδών της οικογένειας Tenebrionidae

Για τη μελέτη της αφθονίας των ατόμων καθώς και του πλούτου ειδών της οικογένειας Tenebrionidae τόσο στους διάφορους σταθμούς δειγματοληψίας, όσο και στους διαφορετικούς τύπους βιοτόπου χρησιμοποιήθηκε επίσης η Μονόδρομη Ανάλυση της Διακύμανσης (one way ANOVA) και έγινε ομαδοποίηση των σταθμών και των βιοτόπων βάσει της post hoc δοκιμής LSD.

➤ Αφθονία Ατόμων TENEBRIONIDAE

Και στην περίπτωση των Tenebrionidae παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την αφθονία των ατόμων μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας του νησιού ($F=89.721$, $p=0.0000$). Οι διαφορές αυτές για ακόμη μία φορά δεν περιορίστηκαν μόνο μεταξύ σταθμών που ανήκουν σε διαφορετικούς τύπους βιοτόπου αλλά επεκτάθηκαν και μεταξύ σταθμών που ανήκουν στον ίδιο τύπο. Σύμφωνα με τη δοκιμή LSD παρατηρούμε πιο έντονη διαφοροποίηση των σταθμών στις καλλιέργειες σε σχέση με τους μάρτυρες (Πίνακας 2.2.1.1). Η μεγαλύτερη διαφορά εντοπίζεται στην περίπτωση του ενός σταθμού καλλιέργειας κριθαριού (kri046) που παρουσίασε τις μεγαλύτερες τιμές αφθονίας των ατόμων Tenebrionidae ενώ ο άλλος (kri134) είχε πολύ μικρότερες μέσες τιμές αφθονίας. Μεγάλη διαφορά σημειώνεται και στην περίπτωση των δύο σταθμών της καλλιέργειας του βίκου. Αντίθετα οι χαμηλότερες τιμές αφθονίας εντοπίστηκαν στις μακί διαπλάσεις (Εικόνα 2.2.1.1). Όσον αφορά στους υπόλοιπους σταθμούς δημιουργούνται αρκετές επικαλύψεις. Καταλαβαίνουμε ότι στην περίπτωση των Tenebrionidae ακολουθείται παρόμοιο πρότυπο με αυτό που εμφανίστηκε στο διάγραμμα που απεικονίζει την αφθονία των Κολεοπτέρων ανά σταθμό, κάτι απολύτως λογικό αφού αυτή η οικογένεια κυριαρχεί στην τάξη των Κολεοπτέρων.

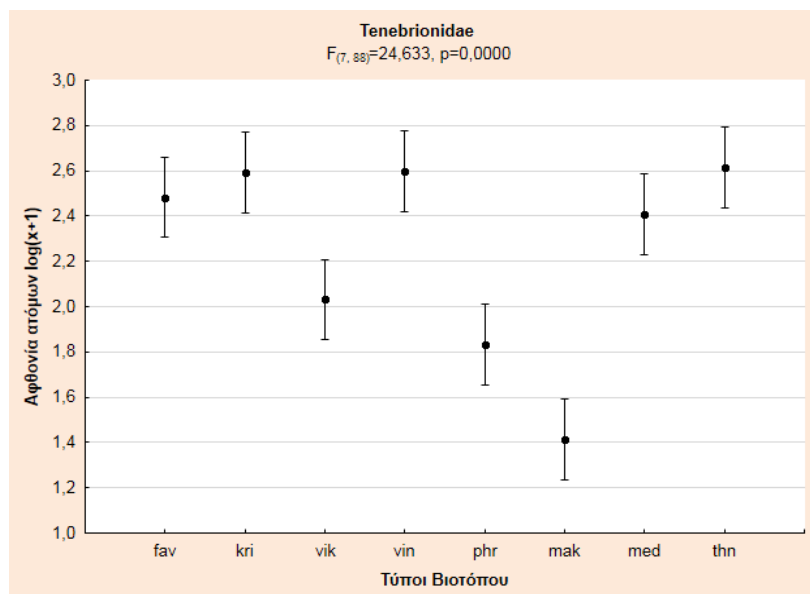


Εικόνα 2.2.1.1. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Tenebrionidae ανά σταθμό δειγματοληψίας

sta	N-ten Mean	1	2	3	4	5	6	7	8
mac093	1,308416	****							
mao093	1,517566		****						
vik068	1,589095		****						
phr068	1,643413		****						
phr046	2,021225			****					
kri134	2,052261			****					
fav093	2,338643				****				
med063	2,378705				****	****			
med146	2,435006				****	****			
vik033	2,475144				****	****	****		
vin146	2,477579				****	****	****		
thn026	2,496696					****	****		
fav063	2,625564						****	****	
vin026	2,718080							****	
thn033	2,733359							****	
kri046	3,131548								****

Πίνακας 2.2.1.1. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Tenebrionidae ανά σταθμό δειγματοληψίας

Μετά την ενοποίηση των σταθμών σε βιότοπους παρατηρήθηκε επίσης παρεμφερές πρότυπο με αυτό της αφθονίας των Κολεοπτέρων συναρτήσεως των τύπων βιοτόπου. Και σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών τύπων βιοτόπου ($F=24.633$, $p=0.0000$). Με βάση τη δοκιμή LSD παρατηρούμε ότι οι βιότοποι κατηγοριοποιούνται σε 3 ομάδες. Μία ομάδα βιοτόπων αποτελείται από τις θίνες, τα εγκαταλελειμμένα λιβάδια και τις καλλιέργειες φάβας, κριθαριού και βύνης, και εμφανίζει τις υψηλότερες τιμές αφθονίας (Πίνακας 2.2.1.2). Αντίθετα οι μικρότερες τιμές ήταν στη μακία βλάστηση ενώ η ενδιάμεση ομάδα σχηματίστηκε από την καλλιέργεια του βίκου και από τις φρυγανικές διαπλάσεις.

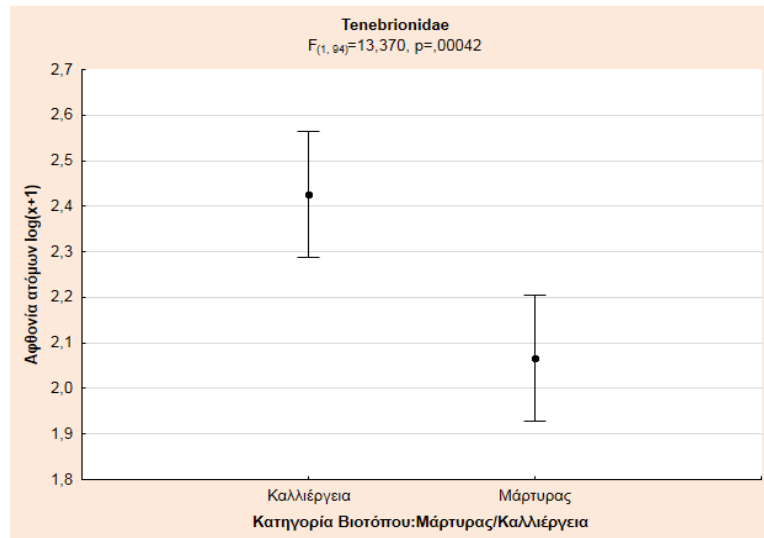


Εικόνα 2.2.1.2. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Tenebrionidae ανά βιότοπο

biot	N-ten Mean	1	2	3
mak	1,412991			****
phr	1,832319		****	
vik	2,032119		****	
med	2,406856	****		
fav	2,482104	****		
kri	2,591905	****		
vin	2,597830	****		
thn	2,615027	****		

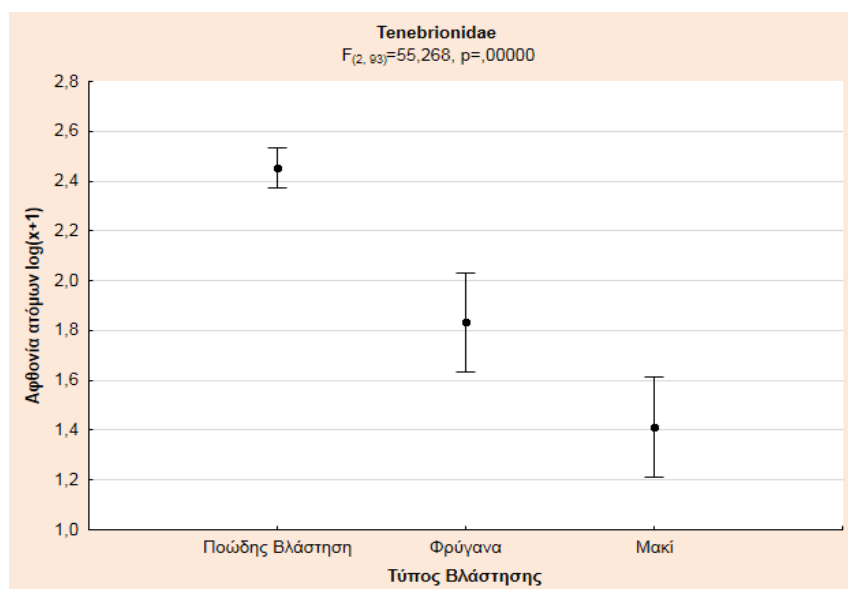
Πίνακας 2.2.1.2. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Tenebrionidae ανά βιότοπο

Εξετάζοντας την επίδραση της καλλιέργειας, παρατηρούμε ότι οι σταθμοί των καλλιεργειών φιλοξένησαν μεγαλύτερες αφθονίες ατόμων Tenebrionidae σε σχέση με τους μάρτυρες και μάλιστα με σημαντική διαφορά (Εικόνα 2.2.1.3).



Εικόνα 2.2.1.3. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Tenebrionidae με βάση το είδος του βιοτόπου: μάρτυρας ή καλλιέργεια

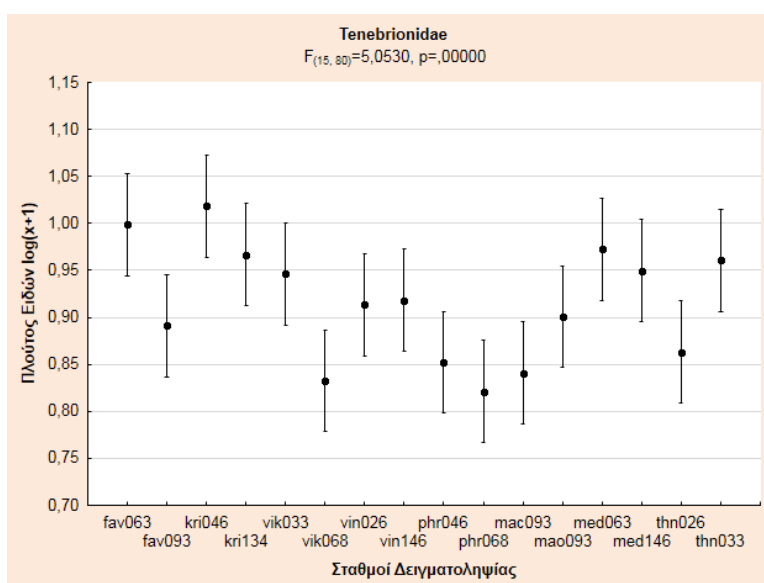
Τέλος το ίδιο ακριβώς πρότυπο που παρουσιάστηκε στην αφθονία των Κολεοπτέρων σε σχέση με τον τύπο της βλάστησης, παρουσιάζεται και εδώ, με τους σταθμούς που χαρακτηρίζονται από ποώδη βλάστηση να έχουν τις υψηλότερες τιμές αφθονίας, τις φρυγανικές διαπλάσεις να αποτελούν μια ενδιάμεση ομάδα και τους σταθμούς των μακί να συγκεντρώνουν τα λιγότερα άτομα της οικογένειας Tenebrionidae (Εικόνα 2.2.1.4).



Εικόνα 2.2.1.4. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Tenebrionidae με βάση τον τύπο κάλυψης

➤ Πλούτος Ειδών TENEBRIONIDAE

Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όχι μόνο διαφορετικών τύπων βιοτόπου αλλά και μεταξύ σταθμών του ίδιου τύπου συνεχίζουν να εντοπίζονται και στην περίπτωση του πλούτου ειδών της οικογένειας Tenebrionidae ($F=5.0530$, $p=0.00000$). Παρατηρούμε από τη δοκιμή LSD, ότι ένας από τους σταθμούς καλλιέργειας κριθαριού (kri046) και ένας από καλλιέργεια φάβας (fav063) φιλοξένησαν τους μεγαλύτερους πλούτους ειδών ενώ αντίθετα οι άλλοι δύο σταθμοί κριθαριού και φάβας ανήκουν σε ομάδες σταθμών με μικρότερους πλούτους. Γενικά τα φρύγανα ήταν ο σταθμός με τον μικρότερο πλούτο ειδών ενώ σε όλες τις υπόλοιπες ενδιάμεσες ομάδες που σχηματίζονται δεν εμφανίζεται κάποιο σαφές πρότυπο και υπάρχουν πολλές επικαλύψεις. Αξιοσημείωτο είναι ότι στην περίπτωση των Tenebrionidae δεν ισχύει το αντίθετο πρότυπο μεταξύ αφθονίας και πλούτου που εμφανίστηκε, σε ορισμένες περιπτώσεις, στα Κολεόπτερα.

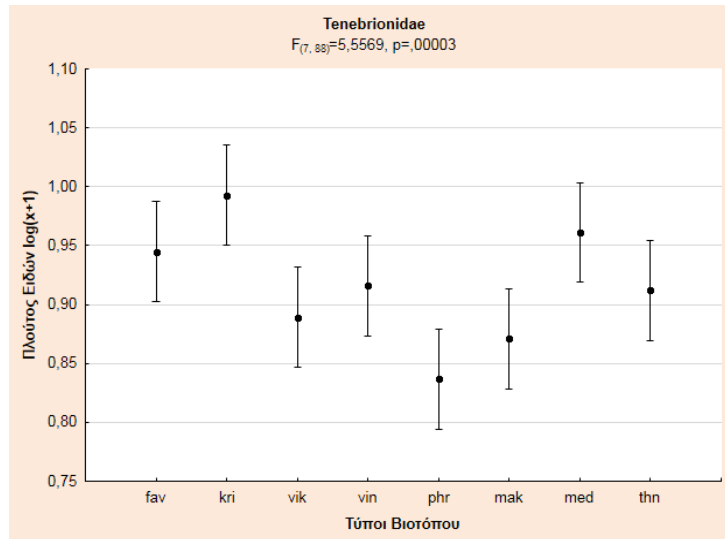


Εικόνα 2.2.1.5. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) του πλούτου των ειδών Tenebrionidae ανά σταθμό δειγματοληψίας

sta	S-ten Mean	1	2	3	4	5	6	7
phr068	0,821290	****						
vik068	0,832448	****	****					
mac093	0,840973	****	****	****				
phr046	0,852131	****	****	****	****			
thn026	0,862936	****	****	****	****			
fav093	0,891145	****	****	****	****	****		
mao093	0,900810		****	****	****	****	****	
vin026	0,913430			****	****	****	****	
vin146	0,918102				****	****	****	
vik033	0,946146					****	****	****
med146	0,949678					****	****	****
thn033	0,960970					****	****	****
kri134	0,966969					****	****	****
med063	0,972728						****	****
fav063	0,998545							****
kri046	1,018263							****

Πίνακας 2.2.1.5. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD του πλούτου των ειδών Tenebrionidae ανά σταθμό δειγματοληψίας

Εξετάζοντας την εικόνα που προκύπτει μετά την ενοποίηση των σταθμών σε βιότοπους, παρατηρείται ότι το κριθάρι, από τις καλλιέργειες, ήταν ο βιότοπος με τον μεγαλύτερο πλούτο ειδών της οικογένειας Tenebrionidae όπως έγινε και στην περίπτωση της αφθονίας των ατόμων. Από τους σταθμούς των μαρτύρων, τα λιβάδια είχαν επίσης μεγάλη ποικιλότητα παρουσιάζοντας όμως επικαλύψεις στη δοκιμή LSD. Αντίθετα στα φρύγανα εντοπίστηκαν οι χαμηλότερες μέσες τιμές, που σημαίνει ότι αποτέλεσαν το λιγότερο φιλόξενο βιότοπο και άρα συγκέντρωσαν τον μικρότερο πλούτο (Εικόνα 2.2.1.6).

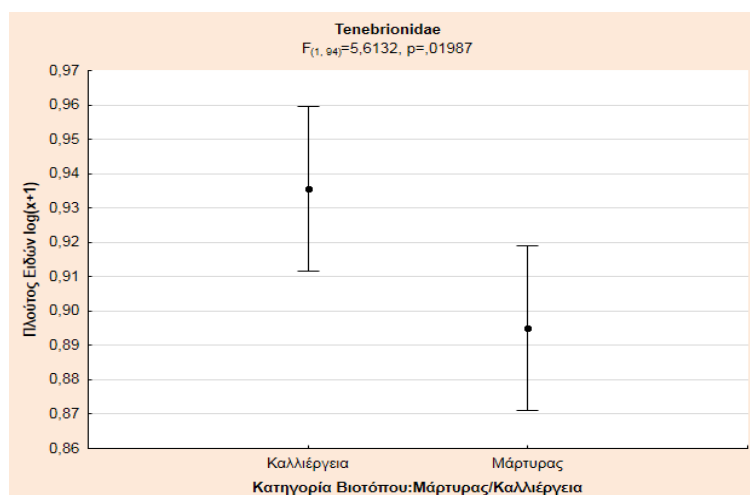


Εικόνα 2.2.1.6. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) του πλούτου των ειδών Tenebrionidae ανά βιότοπο

biot	S-ten Mean	1	2	3	4	5
phr	0,836710					****
mak	0,870892	****				****
vik	0,889297	****	****			****
thn	0,911953	****	****	****		
vin	0,915766	****	****	****		
fav	0,944845		****	****		****
med	0,961203			****		****
kri	0,992616					****

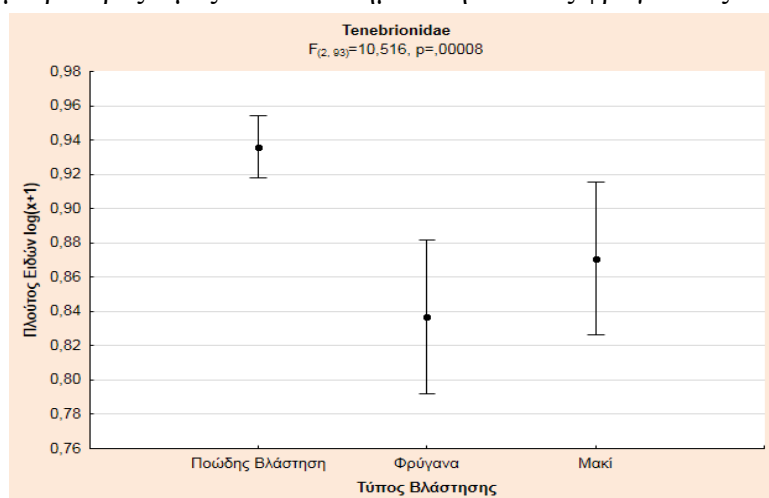
Πίνακας 2.2.1.6. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD του πλούτου των ειδών Tenebrionidae ανά βιότοπο

Από την ομαδοποίηση των σταθμών σε καλλιέργειες και μάρτυρες προέκυψε ότι οι καλλιέργειες στο σύνολό τους φιλοξένησαν σημαντικά μεγαλύτερο πλούτο ειδών Tenebrionidae σε σύγκριση με τους σταθμούς των μαρτύρων (Εικόνα 2.2.1.7).



Εικόνα 2.2.1.7. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) του πλούτου των ειδών Tenebrionidae με βάση το είδος του βιοτόπου: μάρτυρας ή καλλιέργεια

Το γεγονός ότι η μεγαλύτερη ποικιλότητα εμφανίστηκε στους σταθμούς των καλλιεργειών συνδέεται και με το ότι οι μέσες τιμές του πλούτου εμφανίζονται υψηλότερες στην πτώδη βλάστηση (Εικόνα 2.2.1.8). Ο πλούτος ειδών Tenebrionidae δηλαδή ήταν πολύ μεγαλύτερος στους σταθμούς με πτώδη εδαφοκάλυψη ενώ αντίθετα οι μικρότερες τιμές πλούτου σημειώθηκαν στις φρυγανικές διαπλάσεις.



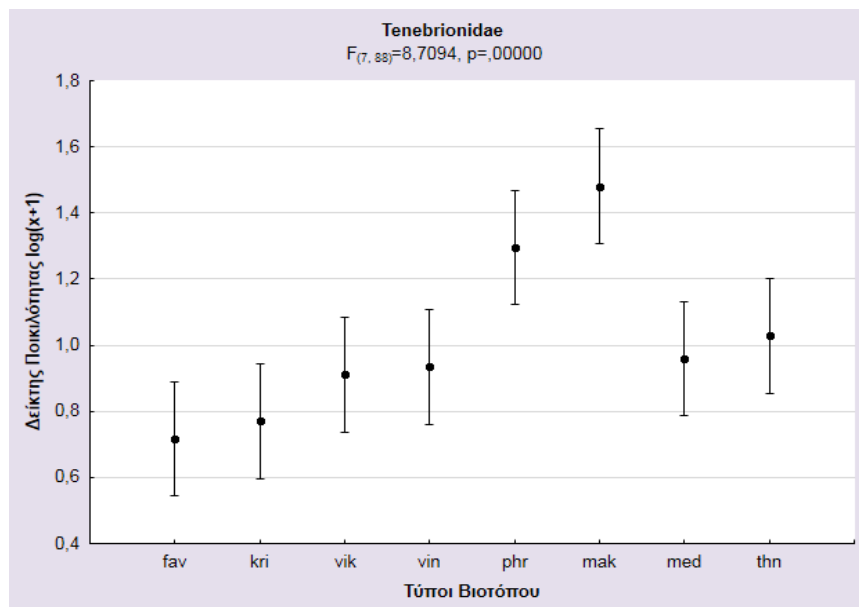
Εικόνα 2.2.1.8. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) του πλούτου των ειδών Tenebrionidae με βάση τον τύπο κάλυψης

Συμπερασματικά οι θίνες είναι ο πιο φιλόξενος τύπος βιοτόπου για τα άτομα της οικ. Tenebrionidae, από τη στιγμή που σε αυτές εντοπίστηκαν τα περισσότερα άτομα, με ελαφρώς μικρότερες τιμές να εμφανίζουν οι καλλιέργειες, ενώ στην καλλιέργεια του κριθαριού βρέθηκε και ο μεγαλύτερος πλούτος ειδών. Οι σταθμοί των μακί αντίθετα σημείωσαν την μικρότερη αφθονία ατόμων της οικογένειας Tenebrionidae ενώ αυτοί των φρυγάνων, τον μικρότερο πλούτο ειδών.

Δείκτης Ποικιλότητας Shannon – Wiener των Tenebrionidae

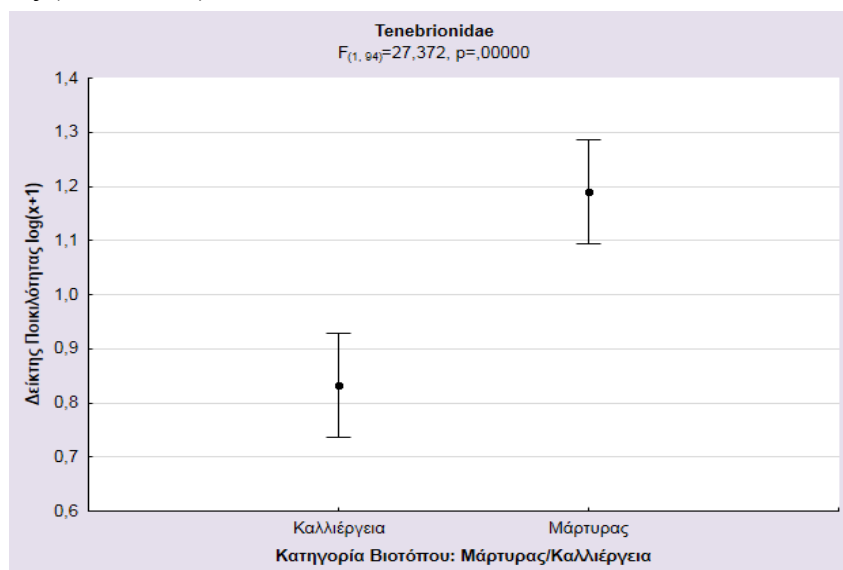
Η Μονόδρομη Ανάλυση της Διακύμανσης - one way ANOVA χρησιμοποιήθηκε και για να προσδιοριστεί το ποσοστό της συνολικής διακύμανσης των μέσων τιμών του δείκτη ποικιλότητας Shannon – Wiener της οικογένειας Tenebrionidae μεταξύ των κυρίαρχων τύπων βιοτόπου του νησιού, των μαρτύρων και των καλλιεργειών, των τύπων εδαφικού υποστρώματος και των διαφορετικών τύπων βλάστησης.

Οι σταθμοί με μακία βλάστηση αρχικά και τα φρυγανικά συστήματα στη συνέχεια, αξιολογήθηκαν ως αυτοί με τις υψηλότερες τιμές ποικιλότητας της οικογένειας Tenebrionidae (Εικόνα A1). Αξίζει να σημειωθεί ότι στους βιότοπους των φρυγάνων και των μακί εντοπίστηκε ο μικρότερος πλούτος ειδών της οικογένειας. Αντίθετα στις καλλιέργειες της φάβας και του κριθαριού οι τιμές του δείκτη ποικιλότητας ήταν οι χαμηλότερες, ενώ το κριθάρι αποτέλεσε, όπως είδαμε στον πλούτο ειδών, τον τύπο ενδιαίτηματος που φιλοξένησε τα περισσότερα είδη.



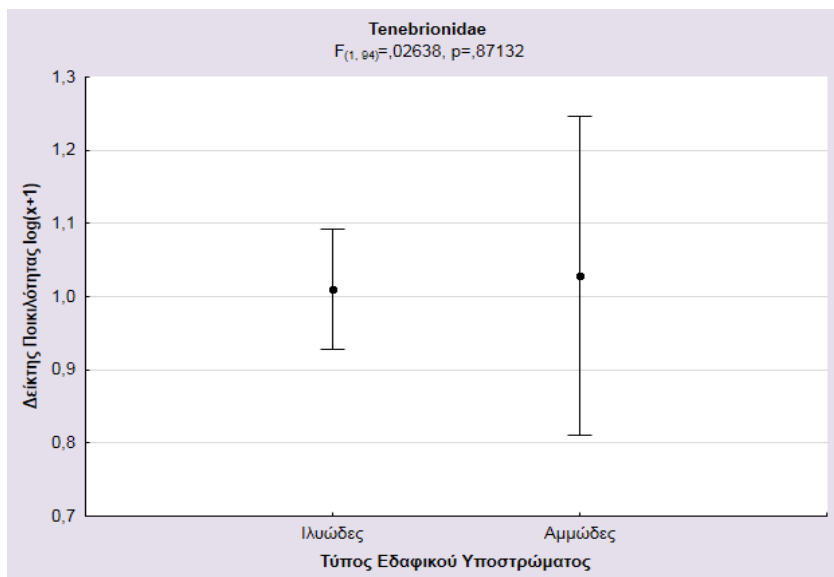
Εικόνα A1: Μέσες τιμές (log) του δείκτη ποικιλότητας της οικογένειας Tenebrionidae ανά τύπο βιοτόπου

Το γεγονός ότι οι βιότοποι με φρυγανική και μακία βλάστηση αξιολογήθηκαν ως αυτοί με τις υψηλότερες τιμές του δείκτη ποικιλότητας της οικογένειας Tenebrionidae είναι και ο λόγος για τον οποίο παρατηρούμε υψηλότερες μέσες τιμές του δείκτη στους σταθμούς που αποτέλεσαν μάρτυρες τους πειράματος συγκριτικά με τις καλλιέργειες (Εικόνα A2).



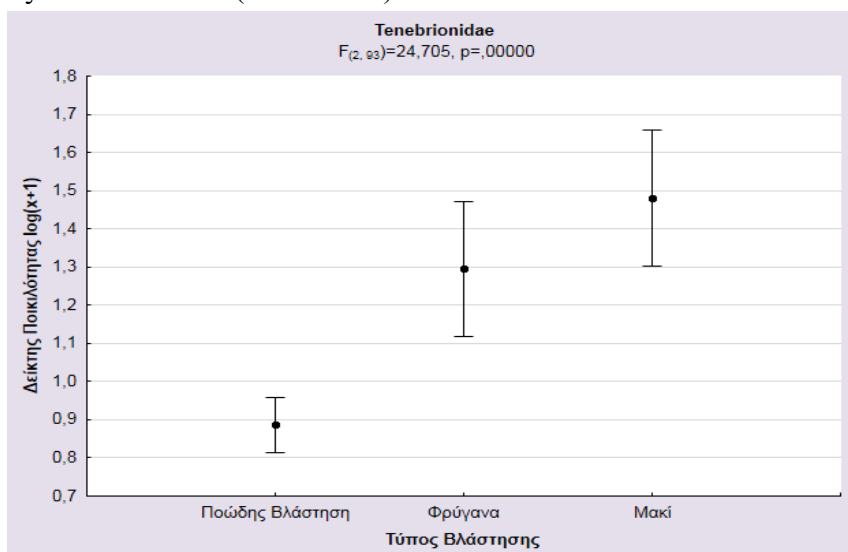
Εικόνα A2: Μέσες τιμές (log) του δείκτη ποικιλότητας της οικογένειας Tenebrionidae με βάση το είδος του βιοτόπου: μάρτυρας ή καλλιέργεια

Ανάμεσα στους δύο τύπους εδαφικού υποστρώματος οι τιμές του δείκτη ποικιλότητας δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά. (Εικόνα A3).



Εικόνα A3: Μέσες τιμές (log) του δείκτη ποικιλότητας της οικογένειας Tenebrionidae με βάση την κατηγορία του εδαφικού υποστρώματος: αμμώδες/ιλυώδες

Τέλος τα εδάφη με μακία βλάστηση είχαν τις μεγαλύτερες τιμές του δείκτη με τα εδάφη που χαρακτηρίστηκαν από χαμηλότερους θάμνους (φρύγανα) να ακολουθούν. Η πώδης βλάστηση αντίθετα, παρουσίασε τις μικρότερες τιμές δείκτη ποικιλότητας ενώ αποτέλεσε τον τύπο βλάστησης με τις μεγαλύτερες τιμές πλούτου ειδών της οικογένειας Tenebrionidae (Εικόνα A4).



Εικόνα A4: Μέσες τιμές (log) του δείκτη ποικιλότητας της οικογένειας Tenebrionidae με βάση τον τύπο κάλυψης

2.2.2 Κατανομές των ειδών της οικ. Tenebrionidae

Η πλειονότητα των ειδών της οικογένειας Tenebrionidae απαντήθηκε σε μεγάλο ποσοστό βιοτόπων. Λίγα ήταν δηλαδή τα είδη που βρέθηκαν σε ένα μόνο βιότοπο και σε αυτή την κατηγορία ανήκουν το *Dichoma dardanum*, το *Micrositus orbicularis* και το *Trachyscelis aphodioides* που εμφανίστηκαν μόνο στους σταθμούς των θινών. Επίσης στην κατηγορία αυτή συγκαταλέγονται και τα είδη *Akis elongata* και *Colpotus pectoralis* που αντιπροσωπεύτηκαν από ένα μόνο άτομο το καθένα, στις καλλιέργειες της φάβας και του βίκου αντίστοιχα. Όλα τα υπόλοιπα είδη είχαν ευρύτερη εξάπλωση και οι αφθονίες τους καθώς και οι βιοτοπικές τους προτιμήσεις παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2.2.2.1).

Πίνακας 2.2.2.1 Αφθονίες καθώς και βιοτοπικές προτιμήσεις του κάθε είδους της οικ. Tenebrionidae

ΕΙΔΗ Tenebrionidae	ΚΩΔΙΚΟΙ ΕΙΔΩΝ	ΑΦΘΟΝΙΑ ΑΤΟΜΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΒΙΟΤΟΠΟΣ
<i>Zophosis punctata</i>	<i>zopu</i>	20435	68,03	fav/kri/vik/vin/mac/phr/med/thn
<i>Dailognatha sp</i>	<i>dail</i>	2884	9,6	fav/kri/vik/vin/mac/phr/med/thn
<i>Dichoma dardanum</i>	<i>dida</i>	2529	8,42	thn
<i>Eutagenia sp</i>	<i>euta</i>	1317	4,39	fav/kri/vik/vin/mac/phr/med/thn
<i>Pachyscelis villosa</i>	<i>pavi</i>	642	2,14	fav/kri/vik/vin/mac/med/thn
<i>Graecopachys quadricollis</i>	<i>grqu</i>	424	1,41	fav/kri/vik/vin/mac/phr/med
<i>Tentyria rotundata</i>	<i>tero</i>	377	1,26	fav/kri/vik/vin/phr/med/thn
<i>Erodium orientalis</i>	<i>eror</i>	306	1,02	vin/thn
<i>Pedinus quadratus</i>	<i>pequ</i>	304	1,01	fav/kri/vik/vin/mac/phr/med/thn
<i>Pimelia sp</i>	<i>pime</i>	298	0,99	fav/vin/med/thn
<i>Opatroides punctulatus</i>	<i>oppu</i>	255	0,85	kri/vik/vin/phr/med
<i>Scleron multistriatum</i>	<i>scmu</i>	63	0,21	fav/kri/vik/vin/mac/phr/thn
<i>Micrositus orbicularis</i>	<i>micor</i>	53	0,18	thn
<i>Idastradiella mucoreus</i>	<i>idmu</i>	49	0,16	fav/kri/vik/vin/mac/phr/med
<i>Cephalostenus orbicollis</i>	<i>ceor</i>	37	0,12	fav/kri/vik/mac/phr/med/thn
<i>Dendarus messenius</i>	<i>denme</i>	18	0,06	fav/kri/vik/med
<i>Probaticus tenebricosus</i>	<i>prote</i>	12	0,04	kri/vik/mac/phr
<i>Stenosis syrensis naxica</i>	<i>sten</i>	11	0,04	fav/kri/mac/phr/thn
<i>Raiboscelis azureus</i>	<i>raaz</i>	7	0,02	mac/phr/med
<i>Dendarus dentitibia</i>	<i>dende</i>	6	0,02	kri/vik/mac/phr/med
<i>Trachyscelis aphodioides</i>	<i>trap</i>	6	0,02	thn
<i>Dihilus</i>	<i>dihi</i>	4	0,01	fav/kri/thn
<i>Akis elongata</i>	<i>akel</i>	1	0,003	fav
<i>Colpotus pectoralis</i>	<i>colp</i>	1	0,003	vik

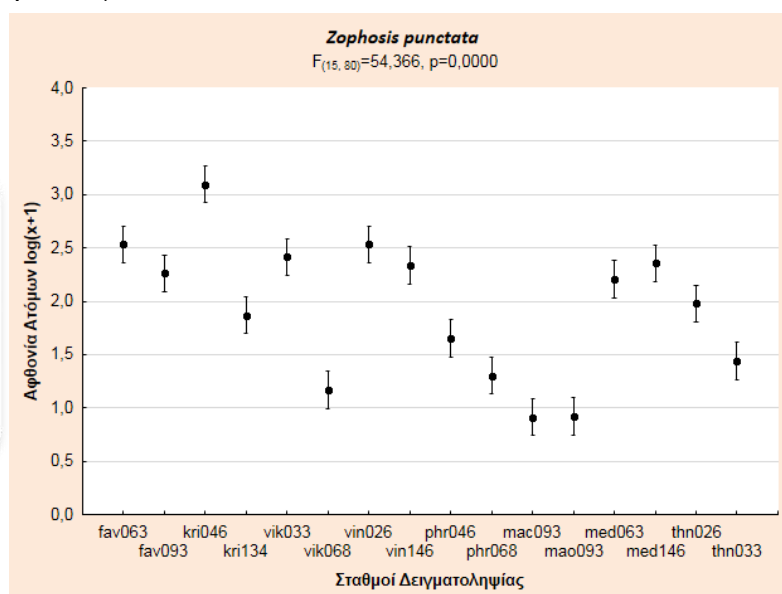
2.2.3 Κατανομές και Βιοτοπικές Προτιμήσεις των 4 Ειδών Tenebrionidae που σημείωσαν τους μεγαλύτερους πληθυσμούς στο νησί

- ❖ *Zophosis punctata*
- ❖ *Dailognatha sp*
- ❖ *Dichoma dardanum*
- ❖ *Eutagenia sp*

➤ Αφθονία του είδους *Zophosis punctata*

Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την αφθονία των ατόμων του είδους *Zophosis punctata* είναι ξεκάθαρες μεταξύ των διαφορετικών σταθμών δειγματοληψίας ($F=54.336$, $p=0.0000$), οι οποίες και πάλι δεν περιορίζονται μόνο μεταξύ σταθμών διαφορετικών τύπων βιοτόπου αλλά και μεταξύ σταθμών που ανήκουν στον ίδιο τύπο. Η δοκιμή LSD δείχνει πιο έντονες διαφοροποιήσεις μεταξύ των σταθμών των καλλιεργειών σε σχέση με τους μάρτυρες (Πίνακας 2.2.3.1). Η πλειονότητα των ατόμων καταγράφεται στον ένα σταθμό καλλιέργειας κριθαριού (kri046). Αντίθετα ο άλλος σταθμός κριθαριού ανήκει σε ομάδα σταθμών με μικρότερες αφθονίες. Οι μικρότερες μέσες τιμές παρατηρήθηκαν στις μακί διαπλάσεις. Οι υπόλοιποι σταθμοί δημιουργούν ενδιάμεσες ομάδες με αρκετές επικαλύψεις. Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε ότι η κατανομή του είδους *Zophosis punctata* στους διαφορετικούς σταθμούς δειγματοληψίας, με εξαίρεση τους σταθμούς των θινών, ακολουθεί παρόμοιο πρότυπο με αυτό της

αφθονίας των ατόμων Tenebrionidae, κάτι αναμενόμενο από τη στιγμή που το είδος κυριαρχεί στην οικογένεια.

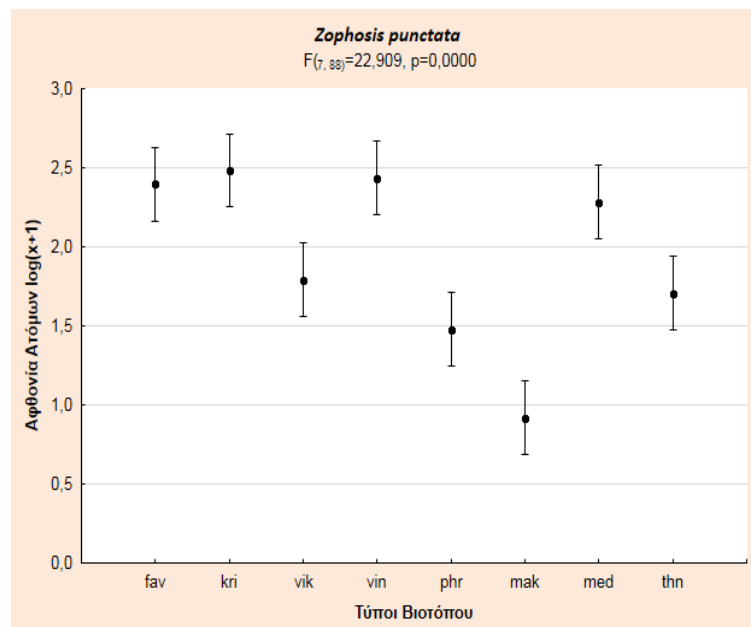


Εικόνα 2.2.3.1. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Zophosis punctata* ανά σταθμό

sta	zopu Mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mac093	0,914711	****									
mao093	0,921469	****									
vik068	1,167373		****								
phr068	1,303076		****	****							
thn033	1,437521			****	****						
phr046	1,651889				****	****					
kri134	1,869640					****	****				
thn026	1,978294						****	****			
med063	2,204747							****	****		
fav093	2,261707								****		
vin146	2,334387								****	****	
med146	2,356064								****	****	
vik033	2,413475								****	****	
fav063	2,534487									****	
vin026	2,534563									****	
kri046	3,097283										****

Πίνακας 2.2.3.1. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας του είδους *Zophosis punctata* ανά σταθμό

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της one way ANOVA παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην κατανομή του είδους *Zophosis punctata* μεταξύ των διαφορετικών τύπων βιοτόπου ($F=22.909$, $p=0.0000$). Οι βιότοποι ομαδοποιήθηκαν σε 3 ομάδες από τη δοκιμή LSD. Πιο συγκεκριμένα δημιουργείται μία ομάδα βιοτόπων που απαρτίζεται από τις καλλιέργειες φάβας, βύνης και κριθαριού καθώς και από τα εγκαταλελειμμένα λιβάδια, που εμφανίζουν τις υψηλότερες τιμές αφθονίας του είδους *Zophosis punctata* (Πίνακας 2.2.3.2.). Σημαντικά μικρότερες τιμές αφθονίας έχουν οι μακί διαπλάσεις, ενώ στην ενδιάμεση ομάδα βιοτόπων υπάρχουν οι σταθμοί των φρυγάνων, των θινών και της καλλιέργειας του βίκου. Σε αυτή την ομάδα υψηλότερη μέση τιμή έχει η καλλιέργεια του βίκου και ακολουθούν οι θίνες και τα φρύγανα.

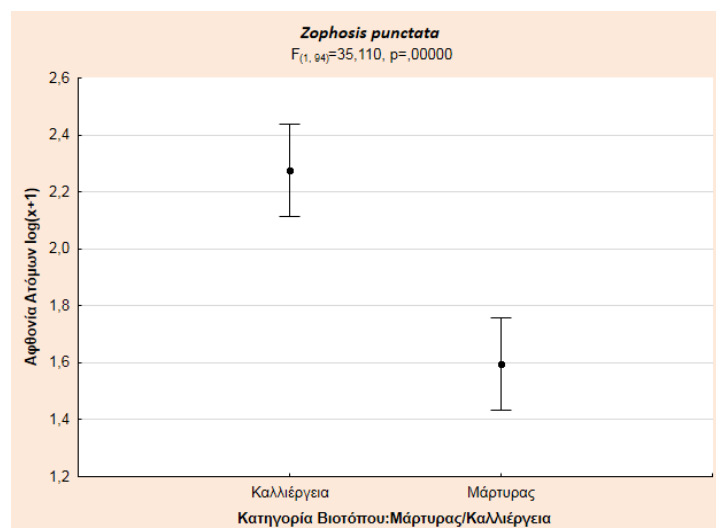


Εικόνα 2.2.3.2. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Zophosis punctata* ανά τύπο βιοτόπου

biot	zopu Mean	1	2	3
mak	0,918090			****
phr	1,477483		****	
thn	1,707908		****	
vik	1,790424		****	
med	2,280405	****		
fav	2,398097	****		
vin	2,434475	****		
kri	2,483461	****		

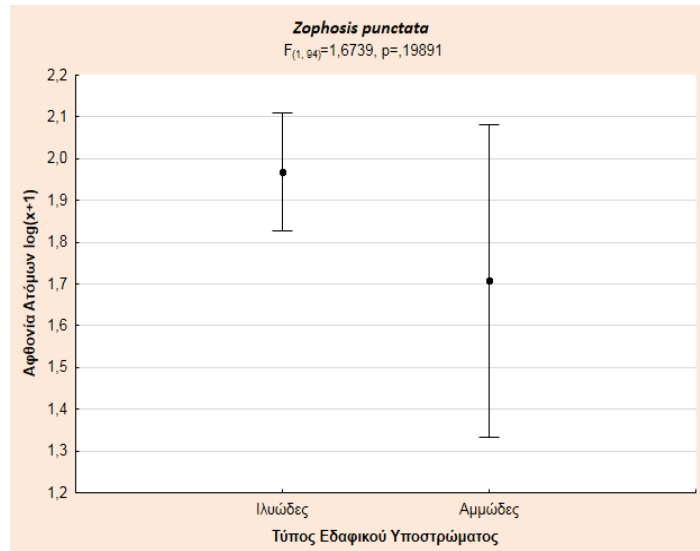
Πίνακας 2.2.3.2. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας του είδους *Zophosis punctata* ανά τύπο βιοτόπου

Σε σχέση με την επίδραση της καλλιέργειας, το είδος *Zophosis punctata* προτίμησε με διαφορά τις καλλιέργειες συγκριτικά με τους μάρτυρες (Εικόνα 2.2.3.3).



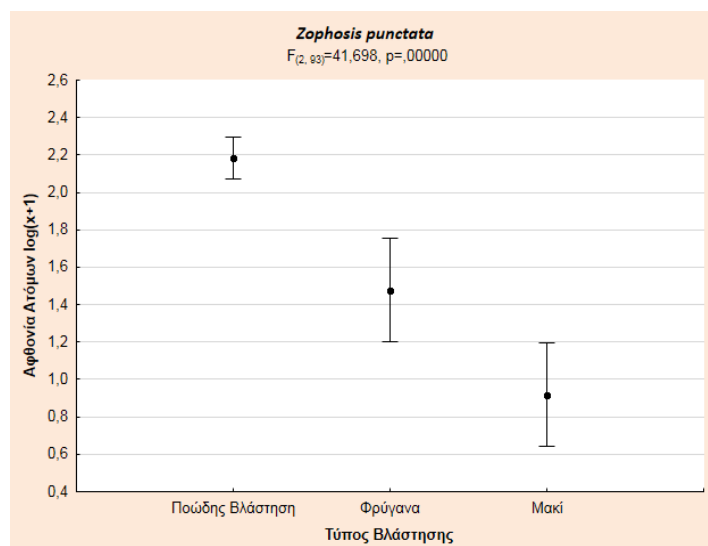
Εικόνα 2.2.3.3. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Zophosis punctata* με βάση το είδος του βιοτόπου: μάρτυρας ή καλλιέργεια

Για τη μελέτη της επίδρασης του εδαφικού υποστρώματος, οι σταθμοί ομαδοποιήθηκαν με βάση το αν είχαν ιλυώδες ή αμμώδες υπόστρωμα. Έτσι οι δύο σταθμοί των αμμοθινών σχημάτισαν μία ομάδα που διέθετε αμμώδες εδαφικό υπόστρωμα, ενώ όλοι οι υπόλοιποι σταθμοί των μαρτύρων και όλες οι καλλιέργειες σχημάτισαν μια άλλη ομάδα με ιλυώδες υπόστρωμα. Παρατηρούμε λοιπόν ότι δεν εντοπίστηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στις τιμές αφθονίας μεταξύ των διαφορετικών τύπων εδάφους. (Εικόνα 2.2.3.4).



Εικόνα 2.2.3.4. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Zophosis punctata* με βάση την κατηγορία του εδαφικού υποστρώματος: αμμώδες/ιλυώδες

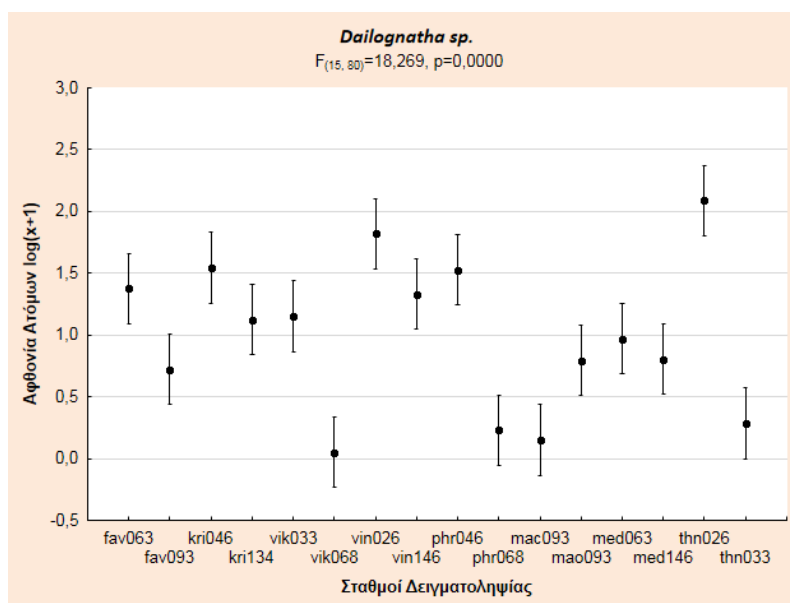
Τέλος σε σχέση με τον τύπο βλάστησης, οι μέσες τιμές αφθονίας του *Zophosis punctata* μειώνονται μονότονα από την ποώδη βλάστηση προς τα φρυγανικά και μακί συστήματα (Εικόνα 2.2.3.5).



Εικόνα 2.2.3.5. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Zophosis punctata* με βάση τον τύπο κάλυψης

➤ Αφθονία του είδους *Dailognatha sp*

Σημαντικές είναι οι διαφορές της κατανομής του είδους *Dailognatha sp* μεταξύ των διαφορετικών σταθμών δειγματοληψίας ($F=18.269$, $p=0.0000$). Οι μεγαλύτερες μέσες τιμές αφθονίας ατόμων σημειώθηκαν σε σταθμό θίνης (thn026) και στην αντίστοιχη γειτονική της καλλιέργεια βύνης (vin026), όπως προκύπτει από τη δοκιμή LSD. Είναι ενδιαφέρον να προσέξουμε ότι ο άλλος σταθμός των θινών (thn033) συγκαταλέχθηκε στην ομάδα των σταθμών που σημείωσαν τις μικρότερες αφθονίες του είδους. Σε αυτή την ομάδα εκτός της θίνης ανήκουν και άλλοι δύο σταθμοί μαρτύρων και πιο συγκεκριμένα ένας με μακία και ένας με φρυγανική βλάστηση, καθώς και μία καλλιέργεια βίκου. Οι υπόλοιπες ομάδες δεν ακολουθούν κάποιο σαφές πρότυπο.

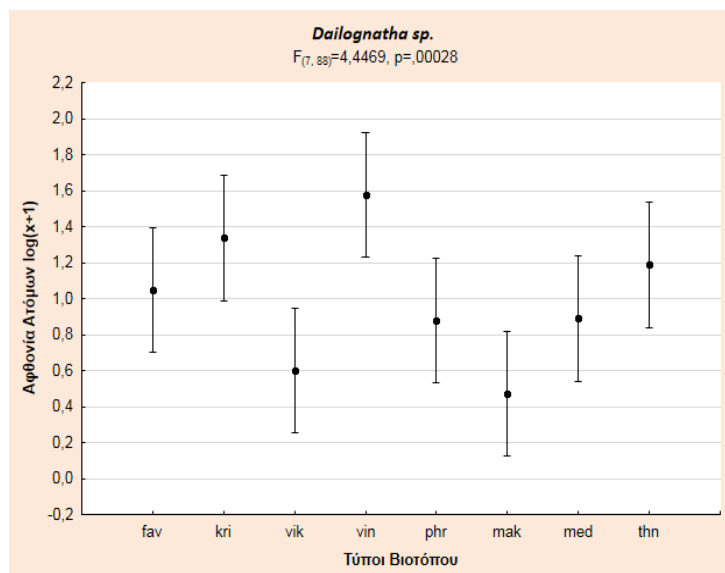


Εικόνα 2.2.3.6. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Dailognatha sp* ανά σταθμό

sta	dail Mean	1	2	3	4	5	6	7	8
vik068	0,050172	****							
mac093	0,150515	****							
phr068	0,230035	****							
thn033	0,284595	****							
fav093	0,720370		****						
mao093	0,793404		****	****					
med146	0,805843		****	****					
med063	0,971228		****	****	****				
kri134	1,126114			****	****	****			
vik033	1,152584			****	****	****	****		
vin146	1,332860				****	****	****		
fav063	1,377050					****	****		
phr046	1,527857					****	****	****	
kri046	1,545536					****	****	****	
vin026	1,822168							****	****
thn026	2,089415								****

Πίνακας 2.2.3.6. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας του είδους *Dailognatha sp* ανά σταθμό

Από τη δοκιμή LSD, αφού πρώτα έγινε ενοποίηση των σταθμών σε βιότοπους, προκύπτει μια ομάδα βιοτόπων που απαρτίζεται από τις θίνες και τις καλλιέργειες της βύνης και του κριθαριού που εμφανίζουν τις υψηλότερες τιμές αφθονίας (Πίνακας 2.2.3.7). Από αυτούς του βιότοπους η βύνη είχε την υψηλότερη μέση τιμή ενώ οι άλλοι δύο εμφανίζουν επικαλύψεις με άλλες ομάδες. Στις μακί διαπλάσεις εντοπίστηκαν τα λιγότερα άτομα *Dailognatha sp* ενώ η γενικότερη εικόνα κατανομής δεν είναι σαφής λόγω των επικαλύψεων που δημιουργούνται μεταξύ των ομάδων.

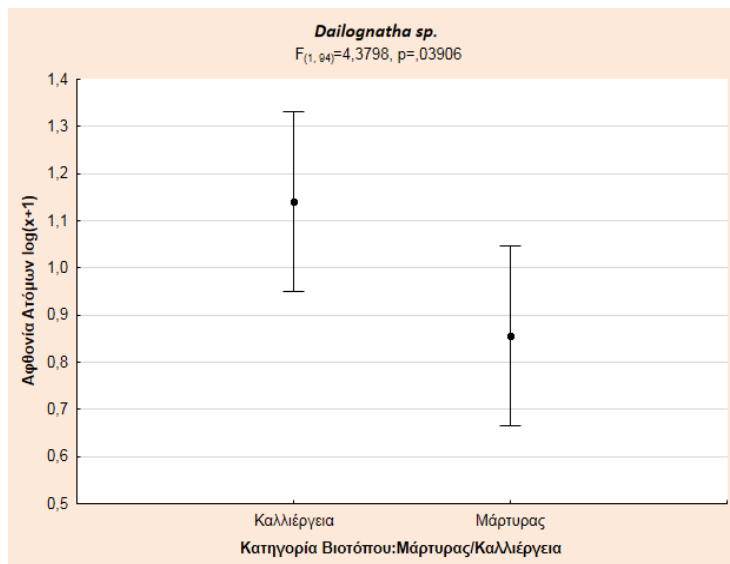


Εικόνα 2.2.3.7. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Dailognatha sp* ανά τύπο βιοτόπου

biot	dail Mean	1	2	3	4
mak	0,471959		****		
vik	0,601378		****	****	
phr	0,878946	****	****	****	
med	0,888535	****	****	****	
fav	1,048710	****		****	
thn	1,187005	****			****
kri	1,335825	****			****
vin	1,577514				****

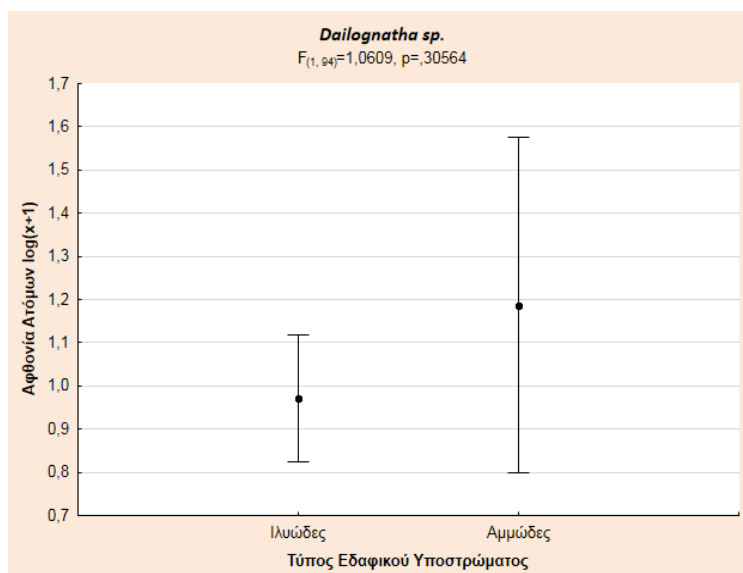
Πίνακας 2.2.3.7. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας του είδους *Dailognatha sp* ανά τύπο βιοτόπου

Όσον αφορά την επίδραση της καλλιέργειας στις αφθονίες των ατόμων, είναι εμφανές ότι οι καλλιέργειες αναδείχθηκαν ως οι τύποι βιοτόπου με τα περισσότερα άτομα του είδους *Dailognatha sp* συγκριτικά με τους σταθμούς των μαρτύρων(Εικόνα 2.2.3.8).



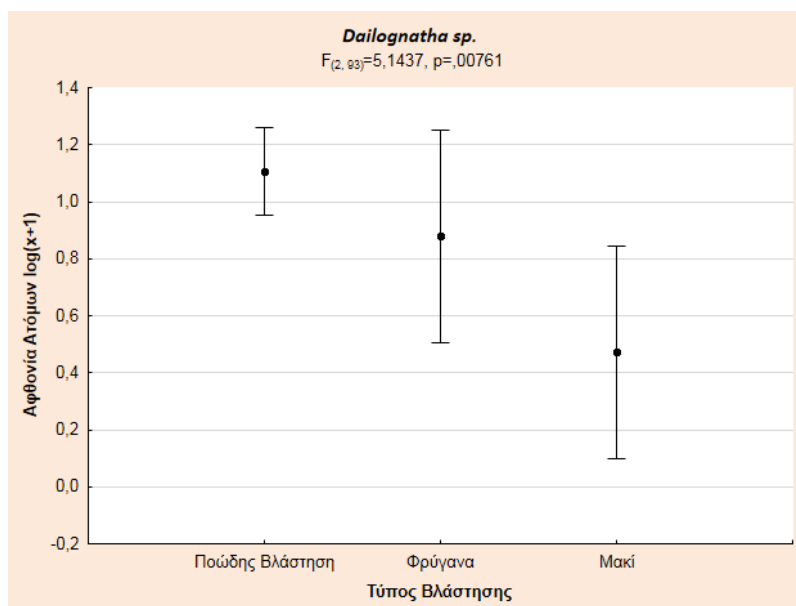
Εικόνα 2.2.3.8. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Dailognatha sp* με βάση το είδος του βιοτόπου: μάρτυρας ή καλλιέργεια

Δεδομένου ότι η πλειονότητα των ατόμων εντοπίστηκε σε σταθμό θινών, είναι και λογικό ο αριθμός των ατόμων που απαντήθηκαν στα αμμώδη εδάφη να διαφέρει σε σχέση με αυτά στα ιλυώδη, χωρίς όμως στατιστικά σημαντική διαφορά (Εικόνα 2.2.3.9).



Εικόνα 2.2.3.9. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Dailognatha sp* με βάση την κατηγορία του εδαφικού υποστρώματος: αμμώδες/ιλυώδες

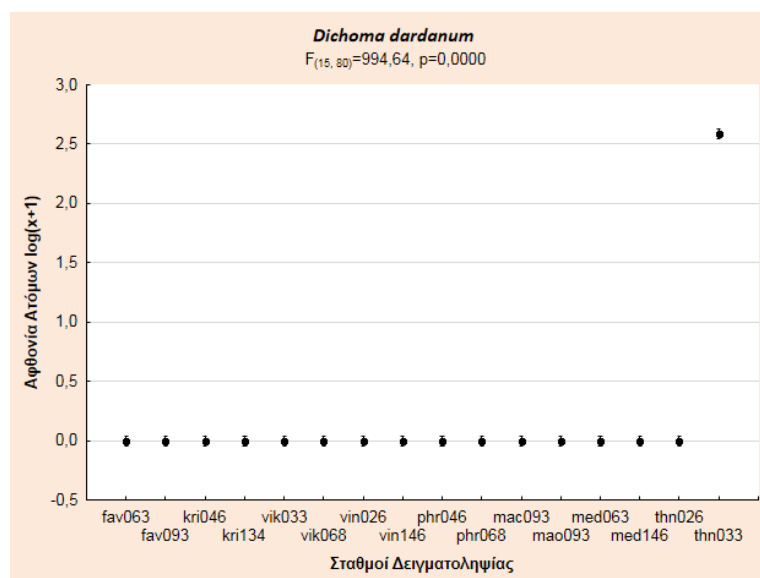
Τέλος τα εδάφη με ποώδη βλάστηση αποδείχτηκαν τα πιο φιλόξενα για το είδος, κάτι φυσιολογικό από τη στιγμή που οι θίνες και οι καλλιέργειες, που έχουν χαμηλή εδαφοκάλυψη, παρουσίασαν τα περισσότερα άτομα *Dailognatha sp*. Αντίθετα οι σταθμοί με μακία βλάστηση κατέγραψαν τα λιγότερα άτομα (Εικόνα 2.2.3.10).



Εικόνα 2.2.3.10. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Dailognatha sp* με βάση τον τύπο κάλυψης

➤ Αφθονία του είδους *Dichoma dardanum*

Το είδος *Dichoma dardanum* παρουσιάζει ιδιαίτερη κατανομή σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα είδη γιατί εμφανίστηκε μόνο σε σταθμό θίνης. Αυτό αποδεικνύεται και από το διάγραμμα (Εικόνα 2.2.3.11.) αλλά και από τη δοκιμή LSD, που δημιουργείται μία ομάδα στην οποία ανήκει ο σταθμός της θίνης και μια δεύτερη ομάδα στην οποία ανήκουν όλοι οι υπόλοιποι σταθμοί με μηδενικές τιμές αφθονίας ατόμων.

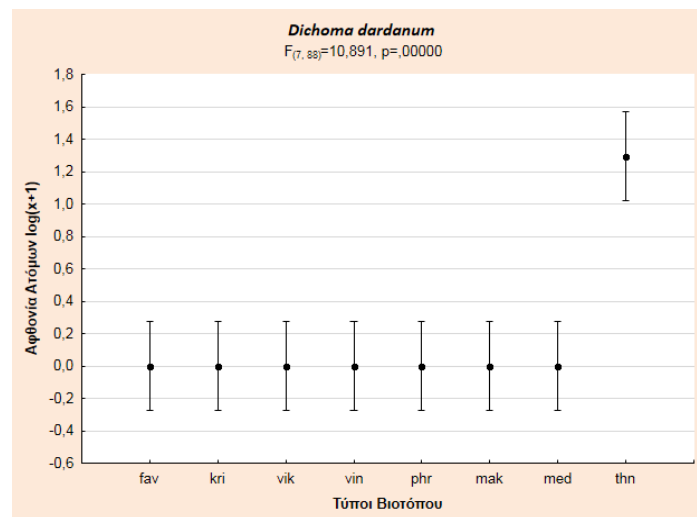


Εικόνα 2.2.3.11. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Dichoma dardanum* ανά σταθμό

sta	dida Mean	1	2
fav063	0,000000	****	
fav093	0,000000	****	
kri046	0,000000	****	
kri134	0,000000	****	
vik033	0,000000	****	
vik068	0,000000	****	
vin026	0,000000	****	
vin146	0,000000	****	
phr046	0,000000	****	
phr068	0,000000	****	
mac093	0,000000	****	
mao093	0,000000	****	
med063	0,000000	****	
med146	0,000000	****	
thn026	0,000000	****	
thn033	2,587985		****

Πίνακας 2.2.3.11. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας του είδους *Dichoma dardanum* ανά σταθμό

Είναι φυσικό ακριβώς την ίδια εικόνα με την προηγούμενη να μας τη δίνει και η κατανομή του είδους συναρτήσει των βιοτόπων. Παρατηρούμε ότι πλην των θινών, όλοι οι υπόλοιποι βιότοποι σημειώνουν μηδενικές τιμές ατόμων του είδους *Dichoma dardanum* (Εικόνα 2.2.3.12.). Οι θίνες δηλαδή αποτέλεσαν τον μοναδικό φιλόξενο τύπο βιοτόπου για το συγκεκριμένο είδος.

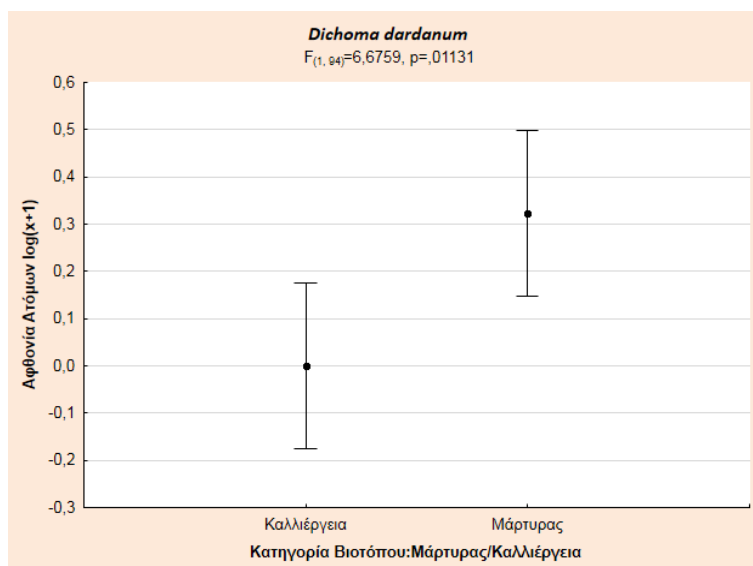


Εικόνα 2.2.3.12. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Dichoma dardanum* ανά τύπο βιοτόπου

biot	dida Mean	1	2
kri	0,000000	****	
vik	0,000000	****	
vin	0,000000	****	
phr	0,000000	****	
mak	0,000000	****	
med	0,000000	****	
fav	0,000000	****	
thn	1,293992		****

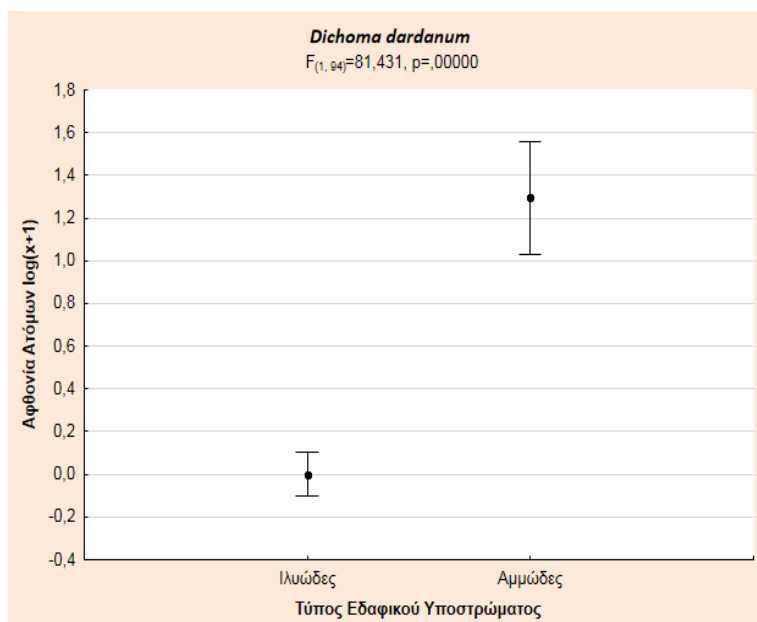
Πίνακας 2.2.3.12. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας του είδους *Dichoma dardanum* ανά τύπο βιοτόπου

Από τη στιγμή που το συγκεκριμένο είδος απαντάται, όπως προαναφέρθηκε, μόνο σε αμμοθινικά συστήματα, είναι και λογικό οι κατανομές των ατόμων *Dichoma dardanum* να περιορίζονται μόνο στους μάρτυρες (στις καλλιέργειες είναι μηδενικές) (Εικόνα 2.2.3.13).



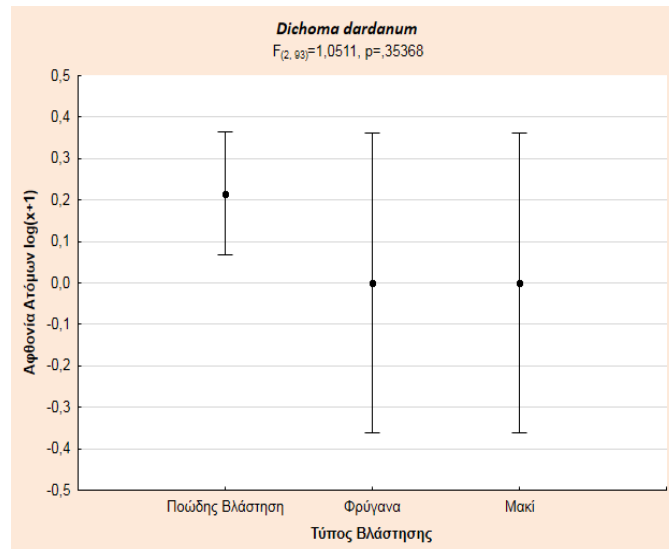
Εικόνα 2.2.3.13. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Dichoma dardanum* με βάση το είδος του βιοτόπου: μάρτυρας ή καλλιέργεια

Αναμενόμενο είναι και το γεγονός, εφόσον το είδος εμφανίστηκε μόνο σε αμμοθινικό σταθμό, να καταγραφούν τα άτομα του είδους αποκλειστικά σε βιότοπο με αμμώδη τύπο εδαφικού υποστρώματος και άρα οι μέσες τιμές αφθονίας στα ιλυώδη εδαφικά υποστρώματα να είναι μηδενικές (Εικόνα 2.2.3.14).



Εικόνα 2.2.3.14. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Dichoma dardanum* με βάση την κατηγορία του εδαφικού υποστρώματος: αμμώδες/ιλυώδες

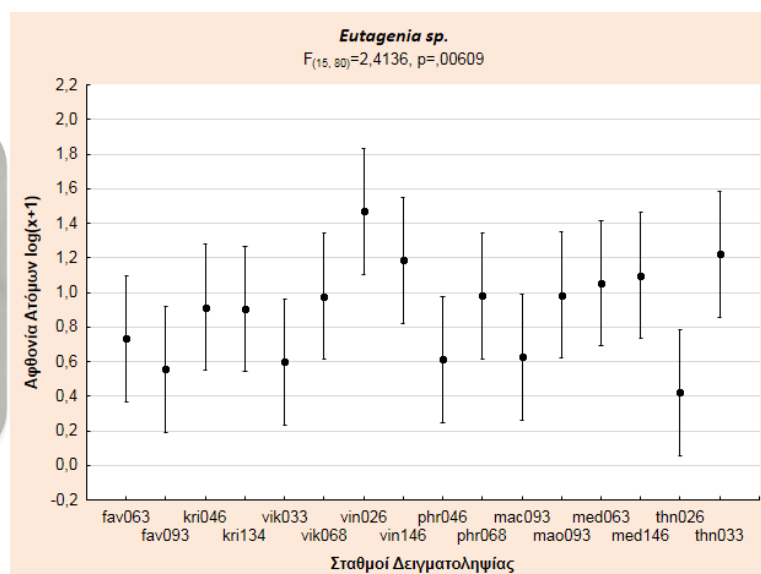
Από την ανάλυση της επίδρασης του παράγοντα του τύπου βλάστησης, προκύπτει φυσικά ότι οι κατανομές των ατόμων περιορίζονται μόνο σε βιότοπους με ποώδη βλάστηση ενώ σε αυτούς με τη φρυγανική και τη μακία βλάστηση οι τιμές αφθονίας είναι μηδενικές (Εικόνα 2.2.3.15).



Εικόνα 2.2.3.15. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Dichoma dardanum* με βάση τον τύπο κάλυψης

➤ **Αφθονία του είδους *Eutagenia sp***

Από την ANOVA παρατηρήθηκαν και στην περίπτωση του είδους *Eutagenia sp*, στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την αφθονία των ατόμων μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας ($F=2.4136$, $p=0.00609$). Αναλυτικότερα, η πλειονότητα των ατόμων εμφανίστηκε στην καλλιέργεια της βύνης. Από τη δοκιμή LSD παρατηρούμε ότι στην ομάδα με τις μεγαλύτερες αφθονίες που ανήκει η βύνη, ανήκουν και άλλοι σταθμοί τόσο καλλιιεργειών όσο και μαρτύρων, οι οποίοι όμως εμφανίζουν επικαλύψεις. Αντίθετα οι μικρότερες τιμές αφθονίας εμφανίστηκαν σε σταθμό θινών ο οποίος και πάλι ανήκει σε μια ομάδα σταθμών που παρατηρούνται πολλές επικαλύψεις λόγω του ότι δεν υπάρχει κάποιο σαφές πρότυπο κατανομής του είδους.

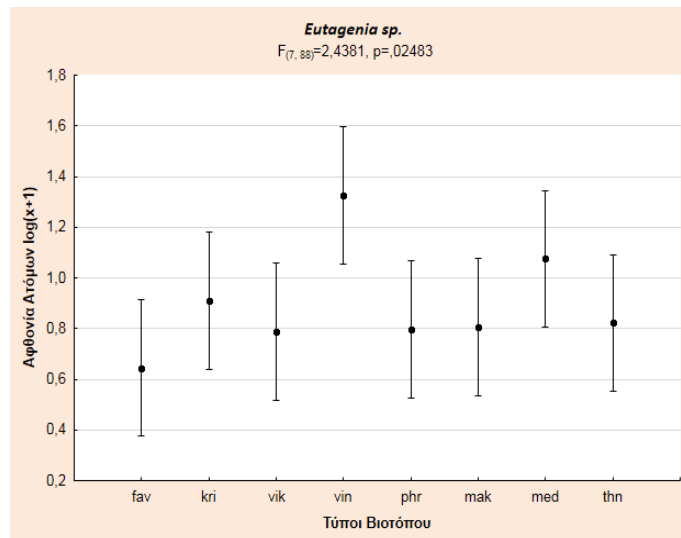


Εικόνα 2.2.3.16. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Eutagenia sp* ανά σταθμό

sta	euta Mean	1	2	3	4	5
thn026	0,421913	****				
fav093	0,555742	****	****			
vik033	0,599616	****	****	****		
phr046	0,611708	****	****	****		
mac093	0,627537	****	****	****		
fav063	0,733773	****	****	****	****	
kri134	0,904500	****	****	****	****	
kri046	0,912745	****	****	****	****	
vik068	0,977946		****	****	****	****
phr068	0,980617		****	****	****	****
mao093	0,985324		****	****	****	****
med063	1,053122		****	****	****	****
med146	1,096422			****	****	****
vin146	1,185635				****	****
thn033	1,221693				****	****
vin026	1,468497					****

Πίνακας 2.2.3.16. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας του είδους *Eutagenia sp* ανά σταθμό

Στην περίπτωση της συνένωσης των σταθμών σε βιότοπους, για άλλη μια φορά, υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών τύπων βιοτόπου ($F=2.4381$, $p=0.02483$). Τα περισσότερα άτομα *Eutagenia sp* βρέθηκαν σε καλλιέργεια βύνης ενώ αντίθετα τα λιγότερα σε καλλιέργεια φάβας (Εικόνα 2.2.3.17). Παρατηρούμε δηλαδή ένα λίγο διαφορετικό πρότυπο κατανομής από το προηγούμενο που τα λιγότερα άτομα παρουσιάστηκαν στις θίνες.

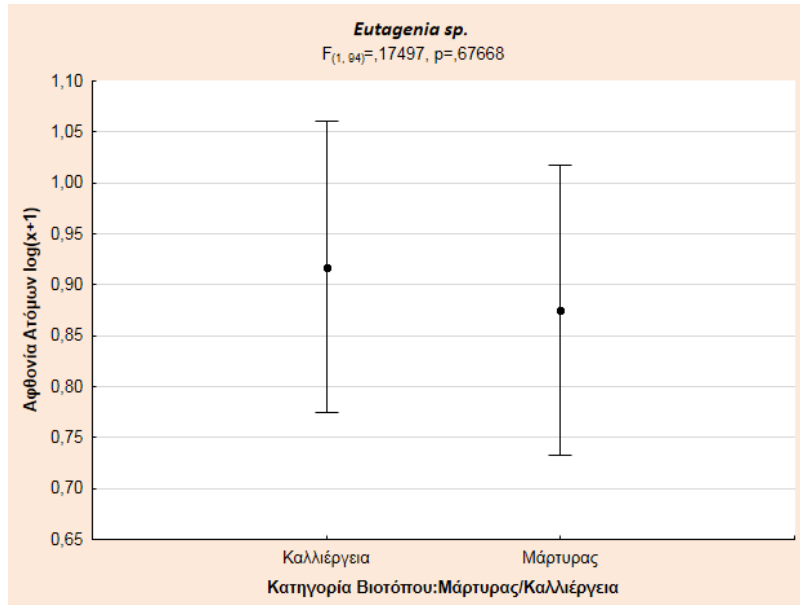


Εικόνα 2.2.3.17. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Eutagenia sp* ανά τύπο βιοτόπου

biot	euta Mean	1	2	3
fav	0,644758	****		
vik	0,788781	****	****	
phr	0,796162	****	****	
mak	0,806431	****	****	
thn	0,821803	****	****	
kri	0,908623	****	****	
med	1,074772		****	****
vin	1,327066			****

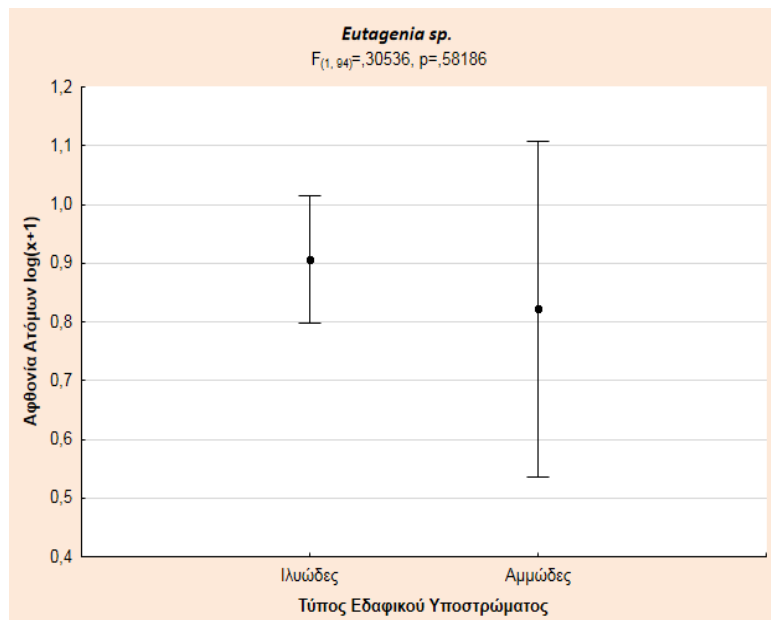
Πίνακας 2.2.3.17. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας του είδους *Eutagenia sp* ανά τύπο βιοτόπου

Μεταξύ των βιοτόπων των καλλιέργειών και των βιοτόπων των μαρτύρων, βλέπουμε ότι τα άτομα κατανέμονται σχετικά ομοιόμορφα. ($p=0.67668$) (Εικόνα 2.2.3.18).



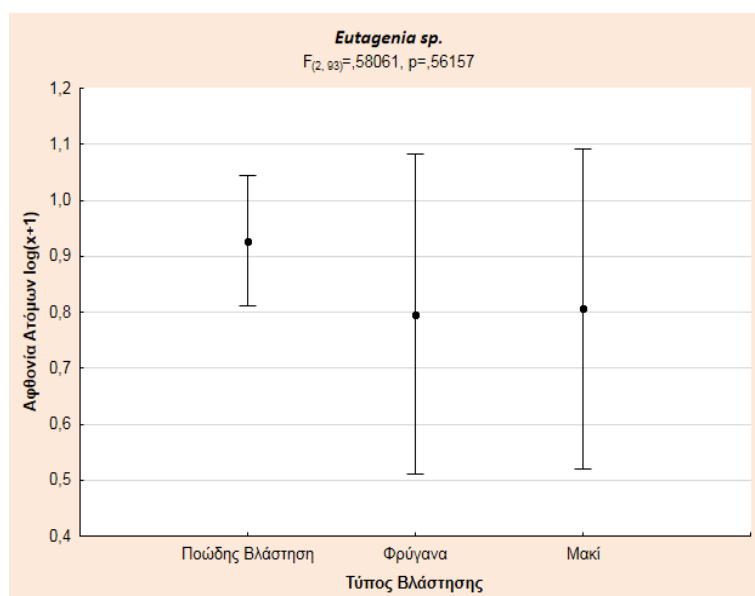
Εικόνα 2.2.3.18. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Eutagenia sp* με βάση το είδος του βιοτόπου: μάρτυρας ή καλλιέργεια

Ανάμεσα στους δύο τύπους εδαφικού υποστρώματος, δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά στις μέσες τιμές αφθονίας των ατόμων του είδους (Εικόνα 2.2.3.19).



Εικόνα 2.2.3.19. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Eutagenia sp* με βάση την κατηγορία του εδαφικού υποστρώματος: αμμώδες/ιλυώδες

Λόγω του ότι δεν υπάρχει κάποιο σαφές πρότυπο κατανομής του είδους, είναι αναμενόμενο να μην υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στις τιμές αφθονίας που σημειώθηκαν στα εδάφη με ποώδη βλάστηση σε σύγκριση με τις μακί και τις φρυγανικές διαπλάσεις (Εικόνα 2.2.3.20).



Εικόνα 2.2.3.20. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Eutagenia sp* με βάση τον τύπο κάλυψης

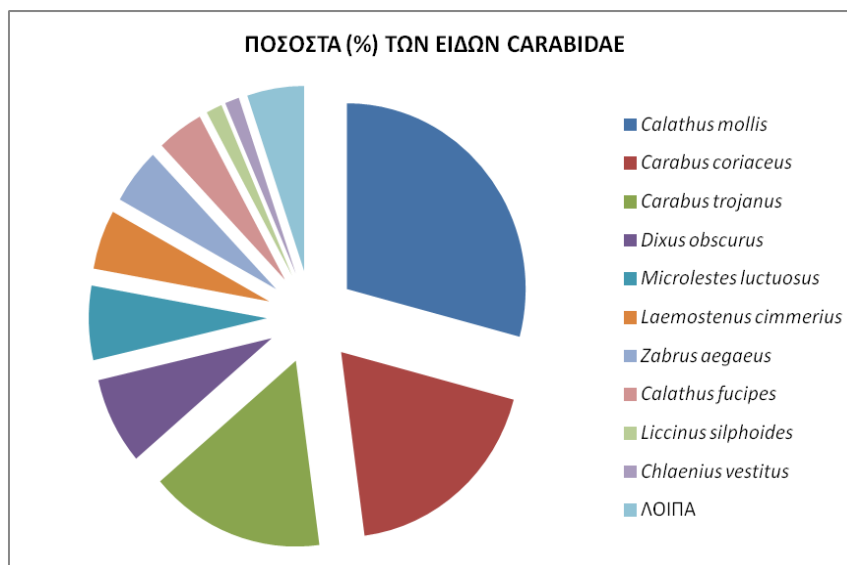
Συνοψίζοντας είναι ξεκάθαρο ότι το πρότυπο αφθονίας που ακολουθεί το είδος *Zophosis punctata* μοιάζει πολύ με αυτό που ακολούθησε και η αφθονία της οικογένειας Tenebrionidae το οποίο είναι απολύτως φυσιολογικό εφόσον κυριαρχεί στην οικογένεια με ποσοστό 68%. Οι μεγαλύτερες αφθονίες παρατηρήθηκαν στις καλλιέργειες και ιδιαίτερα στο κριθάρι και στη βύνη. Όσον αφορά το είδος *Dailognatha sp* υπήρξε σε γενικές γραμμές μια προτίμηση στις καλλιέργειες χωρίς αυτό όμως να είναι απόλυτο. Το *Dichoma dardanum* είχε μοναδική κατανομή και πολύ περιορισμένη από τη στιγμή που συναντήθηκε μόνο σε σταθμούς με θίνες, δίνοντας μας ξεκάθαρη εικόνα των βιοτοπικών του προτιμήσεων. Τέλος το *Eutagenia sp* προτίμησε ιδιαίτερα την καλλιέργεια της βύνης ενώ κατά τα άλλα δεν υπάρχει κάποιο σαφές πρότυπο που ακολουθεί.

2.3 ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ CARABIDAE

Μεταξύ των οικογενειών τα Carabidae αντιπροσωπεύονται μόνο από 590 άτομα (1,6%) τα οποία ανήκουν σε 27 είδη (Πίνακας 2.3.1). Στην περίπτωση των Carabidae παρατηρήθηκε ότι το είδος που σημείωσε την μεγαλύτερη αφθονία ήταν το *Calathus mollis* με ποσοστό 29,13% και ακολούθησαν τα είδη *Carabus coriaceus* (18,77%), *Carabus trojanus* (15,86%,), *Dixus obscurus* (7,61%) και *Microlestes luctuosus* (6,47%).(Εικόνα 2.3.1).

Πίνακας 2.3.1. Τα άτομα που απαντήθηκαν στην οικογένεια Carabidae ανήκουν σε 27 είδη

Carabidae	
<i>Amara aenea</i>	<i>Cymindis naxiana</i>
<i>Asaphidion cf stierlini</i>	<i>Pachycarus aculeatus</i>
<i>Bembidion lampros</i>	<i>Dixus obscurus</i>
<i>Bembidion tethys</i>	<i>Laemostenus cimmerius</i>
<i>Bempidion properans</i>	<i>Liccinus silphoides</i>
<i>Calathus cinctus</i>	<i>Masoreus wetterhallii</i>
<i>Calathus fucipes</i>	<i>Microlestes luctuosus</i>
<i>Calathus mollis</i>	<i>Ophonus subquadratus</i>
<i>Carabus coriaceus</i>	<i>Scarites procerus</i>
<i>Carabus trojanus</i>	<i>Tachis bistriatus</i>
<i>Chlaenius vestitus</i>	<i>Zabrus aegaeus</i>
<i>Cymindis axillaris</i>	<i>Paradromius linealis</i>
<i>Cymindis lineata</i>	<i>Platyderus cf graecus</i>
<i>Cymindis milliaris</i>	



Εικόνα 2.3.1. Ποσοστό (%) των ειδών της οικ. Carabidae

Ο μεγαλύτερος συνολικά αριθμός ειδών Carabidae παρατηρήθηκε στις καλλιέργειες του βίκου και της βύνης καθώς επίσης και στις μακί διαπλάσεις. (Πίνακας 2.3.2).

Πίνακας 2.3.2. Αριθμός ειδών της οικ. Tenebrionidae ανά τύπο βιοτόπου

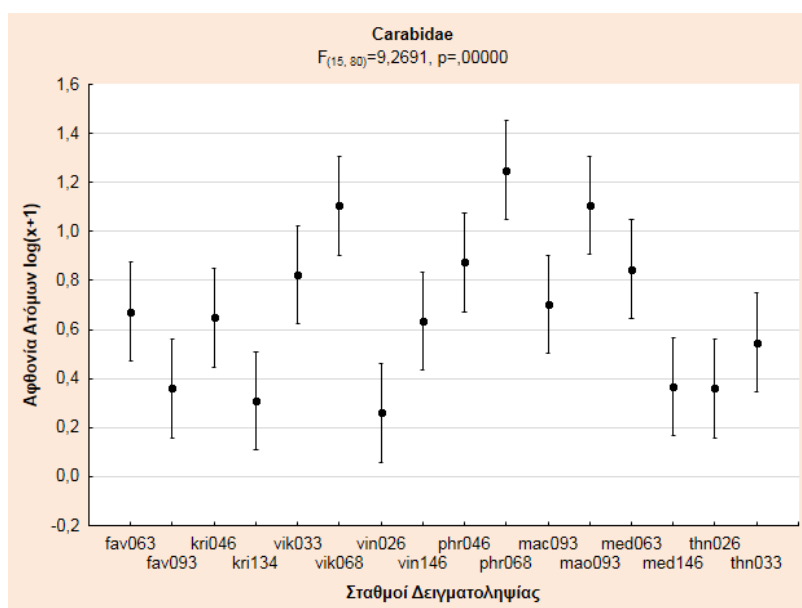
BIOT	fav	kri	vik	vin	mac	med	phr	thn
Number of Species-CARABIDAE	7	6	12	12	12	9	10	6

2.3.1 Αφθονία Ατόμων – Πλούτος Ειδών της οικογένειας Carabidae

Για τη μελέτη της αφθονίας των ατόμων καθώς και του πλούτου ειδών των Carabidae τόσο στο επίπεδο των διαφορετικών σταθμών δειγματοληψίας όσο και στο επίπεδο των διαφορετικών τύπων βιοτόπου, χρησιμοποιήθηκε όπως προαναφέρθηκε η Μονόδρομη Ανάλυση της Διακύμανσης (one way ANOVA) και έγινε ομαδοποίηση των σταθμών και των βιοτόπων βάσει της post hoc δοκιμής LSD.

➤ Αφθονία Ατόμων CARABIDAE

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της one way ANOVA παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την αφθονία των ατόμων μεταξύ των διαφορετικών σταθμών δειγματοληψίας και στην περίπτωση της οικογένειας Carabidae ($F=9.2691$, $p=0.00000$). Ο πιο φιλόξενος σταθμός για τα άτομα της οικογένειας Carabidae ήταν σταθμός με φρυγανική βλάστηση (phr068). Σε γενικές γραμμές θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι σταθμοί των φρυγάνων και της μακίας βλάστησης υποστήριζαν μεγάλο αριθμό ατόμων Carabidae ενώ για την οικογένεια Tenebrionidae αποτέλεσαν σχετικά αφιλόξενους βιότοπους. Αντίθετα όπως βλέπουμε και από τη δοκιμή LSD, οι μικρότερες τιμές αφθονίας παρουσιάστηκαν στην καλλιέργεια της βύνης (Πίνακας 2.3.1.1).

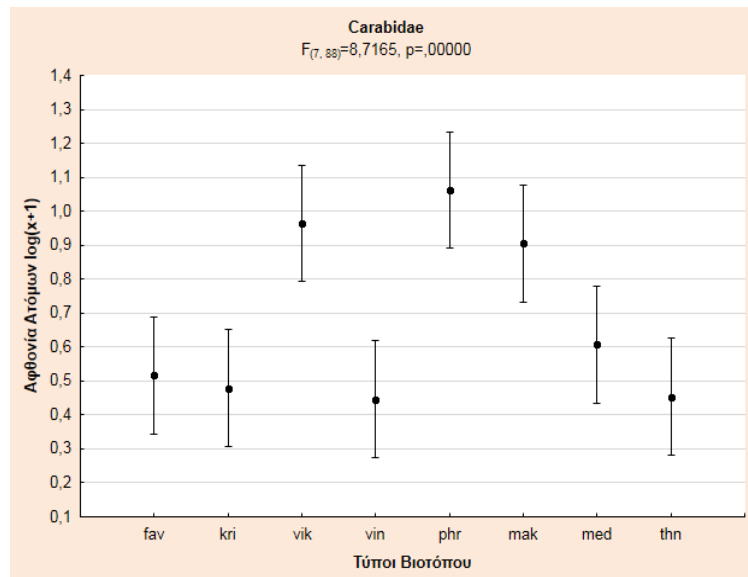


Εικόνα 2.3.1.1: Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Carabidae ανά σταθμό δειγματοληψίας

sta	N-car Mean	1	2	3	4	5	6	7	8
vin026	0,259384	****							
kri134	0,309555	****	****						
thn026	0,359727	****	****	****					
fav093	0,359727	****	****	****					
med146	0,367353	****	****	****	****				
thn033	0,547217		****	****	****	****			
vin146	0,634363			****	****	****	****		
kri046	0,648459				****	****	****	****	
fav063	0,673565					****	****		
mac093	0,703491					****	****		
vik033	0,822752					****	****	****	
med063	0,847107						****	****	
phr046	0,874416						****	****	
vik068	1,105186							****	****
mao093	1,105914							****	****
phr068	1,250492								****

Πίνακας 2.3.1.1. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Carabidae ανά σταθμό δειγματοληψίας

Στην περίπτωση μελέτης της αφθονίας των Carabidae μεταξύ των διαφορετικών τύπων βιοτόπου, προκύπτει μια πιο ξεκάθαρη εικόνα. Πιο συγκεκριμένα η δοκιμή LSD δημιουργεί 2 ομάδες βιοτόπων. Η μία ομάδα βιοτόπων αποτελείται από δύο βιότοπους μαρτύρων, αυτούς των μακί και των φρυγάνων, και από ένα βιότοπο καλλιέργειας, αυτή του βίκου. Η ομάδα αυτή εμφανίζει τις μεγαλύτερες αφθονίες ατόμων με πιο φιλόξενο τύπο ενδιαιτήματος τα φρύγανα. Η άλλη ομάδα που σχηματίζεται απαρτίζεται από όλους τους υπόλοιπους τύπους, δηλαδή τις υπόλοιπες καλλιέργειες, τις θίνες και τα λιβάδια, και σε αυτή συγκεντρώθηκαν τα λιγότερα άτομα.

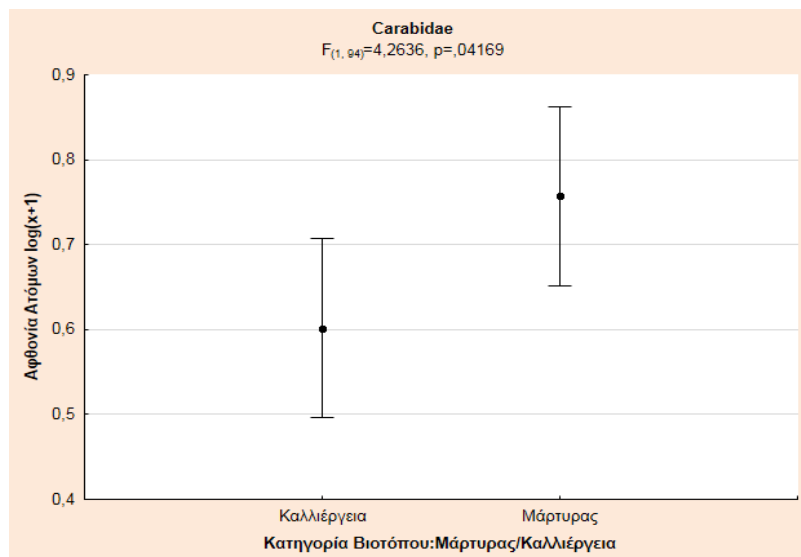


Εικόνα 2.3.1.2. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Carabidae ανά βιότοπο

biot	N-car Mean	1	2
vin	0,446874	****	
thn	0,453472	****	
kri	0,479007	****	
fav	0,516646	****	
med	0,607230	****	
mak	0,904702		****
vik	0,963969		****
phr	1.062454		****

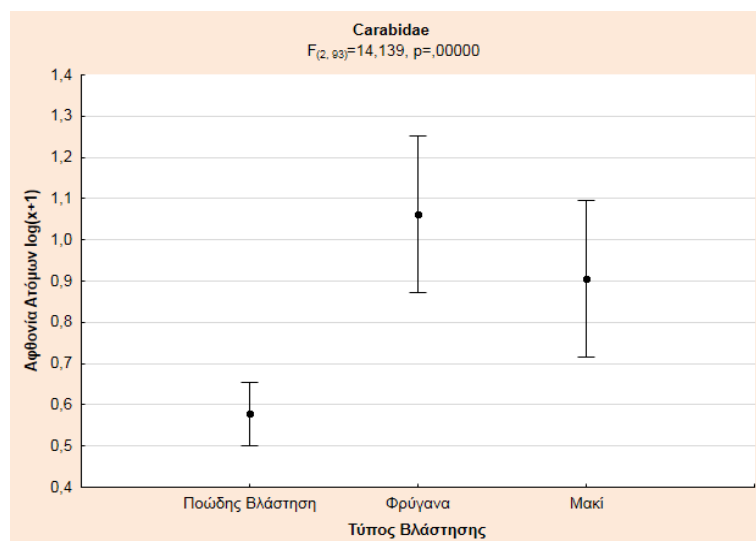
Πίνακας 2.3.1.2. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Carabidae ανά βιότοπο

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε την απόκριση της αφθονίας των ατόμων Carabidae συναρτήσει του παράγοντα της καλλιέργειας. Όπως ειπώθηκε παραπάνω, τόσο τα Κολεόπτερα όσο και τα Tenebrionidae, σημείωσαν τα περισσότερα άτομα στους σταθμούς που είχαν υποστεί καλλιέργεια. Στην περίπτωση της οικογένειας Carabidae η πλειονότητα των ατόμων καταγράφεται στους μάρτυρες και όχι στις καλλιέργειες (Εικόνα 2.3.1.3).



Εικόνα 2.3.1.3. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Carabidae με βάση το είδος του βιοτόπου: μάρτυρας ή καλλιέργεια

Όσον αφορά τον τύπο της βλάστησης, αναμενόμενο ήταν τα εδάφη με φρυγανική βλάστηση να αναδειχθούν ως ο πιο φιλόξενος τύπος κάλυψης για την οικογένεια Carabidae. (Εικόνα 2.3.1.4). Αντίθετα τα εδάφη που χαρακτηρίζονται από ποώδη βλάστηση συγκέντρωσαν τα λιγότερα άτομα, κάτι απολύτως λογικό δεδομένου ότι οι περισσότερες καλλιέργειες, οι θίνες και τα λιβάδια σημείωσαν μικρές αφθονίες.

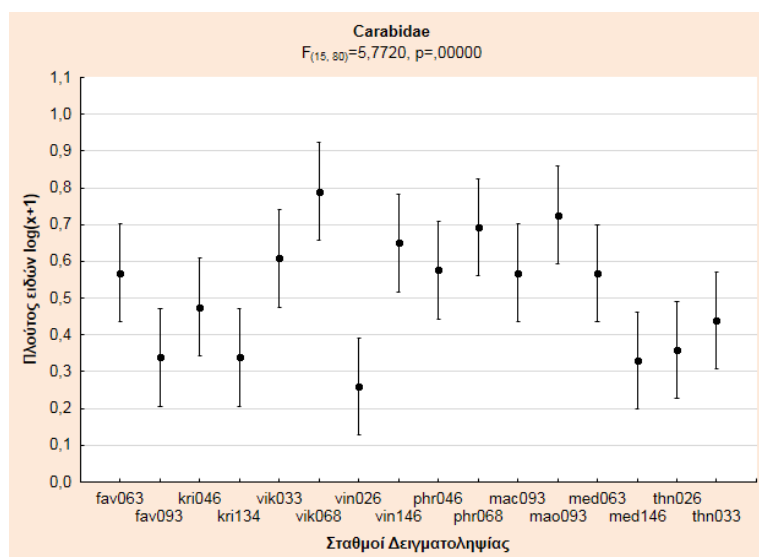


Εικόνα 2.3.1.4. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Carabidae με βάση τον τύπο κάλυψης

➤ Πλούτος Ειδών CARABIDAE

Ούτε από την οικογένεια των Carabidae δεν έλειψαν οι στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τον πλούτο ειδών μεταξύ των διαφορετικών σταθμών δειγματοληψίας ($F=5.7720$, $p=0.00000$). Εξετάζοντας τον πλούτο ανά σταθμό δειγματοληψίας, η δοκιμή LSD ανέδειξε την καλλιέργεια του βίκου ως τον σταθμό με την μεγαλύτερη ποικιλότητα. Στην ίδια ομάδα τοποθετήθηκαν και σταθμοί με φρυγανική και μακία βλάστηση καθώς επίσης και ένας σταθμός καλλιέργειας βύνης (vin146). Αξιοπρόσεχτο είναι ότι ο άλλος σταθμός βύνης (vin026) ανήκε στην ομάδα σταθμών με τους μικρότερους πλούτους ειδών. Μεταξύ των σταθμών σε γενικές

γραμμές παρατηρήθηκαν αρκετές επικαλύψεις χωρίς να παρατηρείται κάποιο σαφές πρότυπο κατανομής (Εικόνα 2.3.1.5).

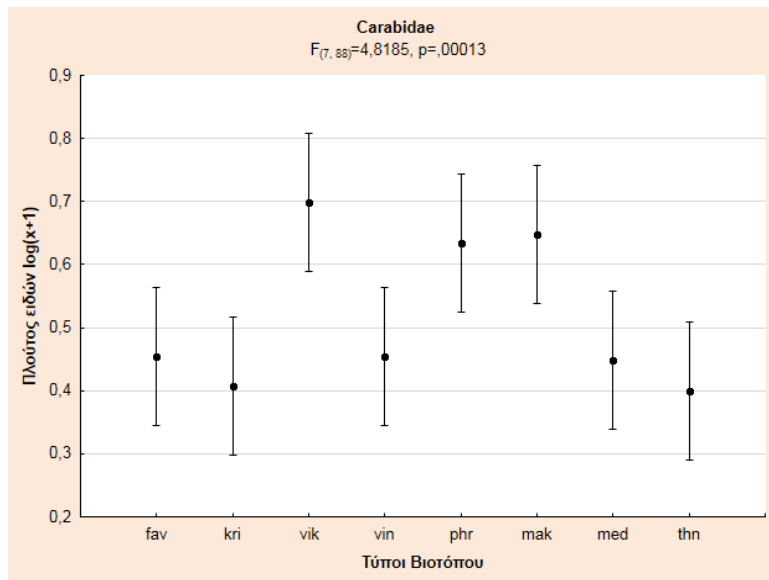


Εικόνα 2.3.1.5. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) του πλούτου των ειδών της οικογένειας Carabidae ανά σταθμό δειγματοληψίας

sta	S-car Mean	1	2	3	4	5	6
vin026	0,259384	****					
med146	0,330379	****	****				
kri134	0,338904	****	****				
fav093	0,338904	****	****				
thn026	0,359727	****	****				
thn033	0,439247	****	****	****			
kri046	0,476222		****	****	****		
med063	0,568040			****	****	****	
fav063	0,568939			****	****	****	
mac093	0,568939			****	****	****	
phr046	0,576565			****	****	****	
vik033	0,608869			****	****	****	****
vin146	0,650515				****	****	****
phr068	0,693060					****	****
mao093	0,725941					****	****
vik068	0,789902						****

Πίνακας 2.3.1.5. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD του πλούτου των ειδών της οικογένειας Carabidae ανά σταθμό δειγματοληψίας

Από τη δοκιμή LSD σε σχέση με τους διαφορετικούς τύπους βιοτόπου σχηματίζονται δύο ομάδες. Ο πιο φιλόξενος τύπος ενδιαίτηματος για τα είδη Carabidae ήταν η καλλιέργεια του βίκου. Κοιτάζοντας την ίδια ομάδα προκύπτει ότι εξίσου φιλόξενοι ήταν και οι βιότοποι των φρυγάνων και των μακί διαπλάσεων (Πίνακας 2.3.1.6). Αντίθετα ο μικρότερος πλούτος ειδών εντοπίστηκε στο βιότοπο των θινών. Στην ίδια ομάδα με τους μικρότερους πλούτους ειδών συμπεριλήφθηκαν όλες οι καλλιέργειες πλην του βίκου καθώς και τα εγκαταλελειμμένα λιβάδια (Εικόνα 2.3.1.6).

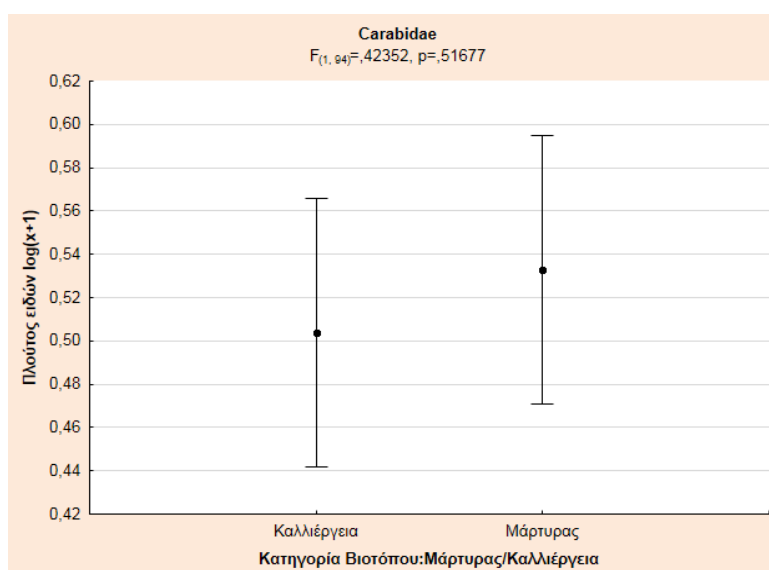


Εικόνα 2.3.1.6. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) του πλούτου των ειδών της οικογένειας Carabidae ανά βιότοπο

biot	S-car Mean	1	2
thn	0,399487	****	
kri	0,407563	****	
med	0,449209	****	
fav	0,453922	****	
vin	0,454949	****	
phr	0,634813		****
mak	0,647440		****
vik	0,699386		****

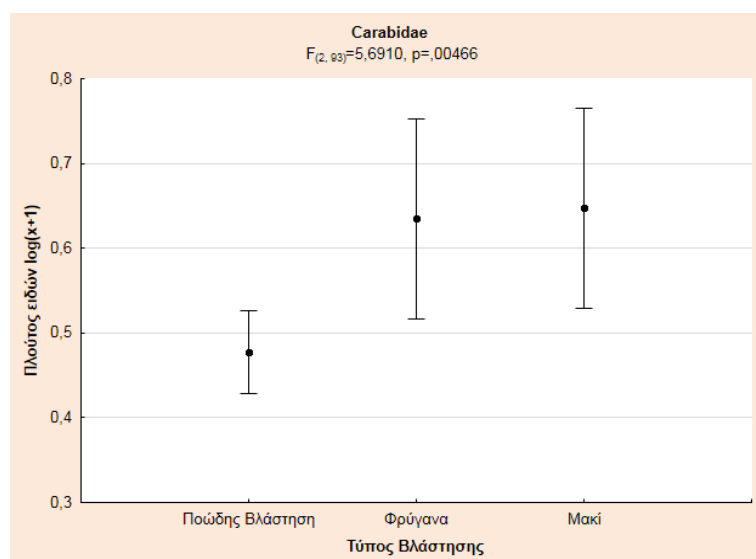
Πίνακας 2.3.1.6. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD του πλούτου των ειδών της οικογένειας Carabidae ανά βιότοπο

Μεταξύ των βιοτόπων των καλλιεργειών και των βιοτόπων των μαρτύρων, παρατηρούμε ότι η ποικιλότητα δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφορές στα δύο είδη βιοτόπων ($p=0.51677$) (Εικόνα 2.3.1.7).



Εικόνα 2.3.1.7. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) του πλούτου των ειδών της οικογένειας Carabidae με βάση το είδος του βιοτόπου: μάρτυρας ή καλλιέργεια

Τα εδάφη με τον μεγαλύτερο πλούτο ειδών Carabidae ήταν αυτά με τη μακία βλάστηση ενώ πολύ κοντά βρίσκονταν και αυτά των φρυγάνων. (Εικόνα 2.3.1.8).



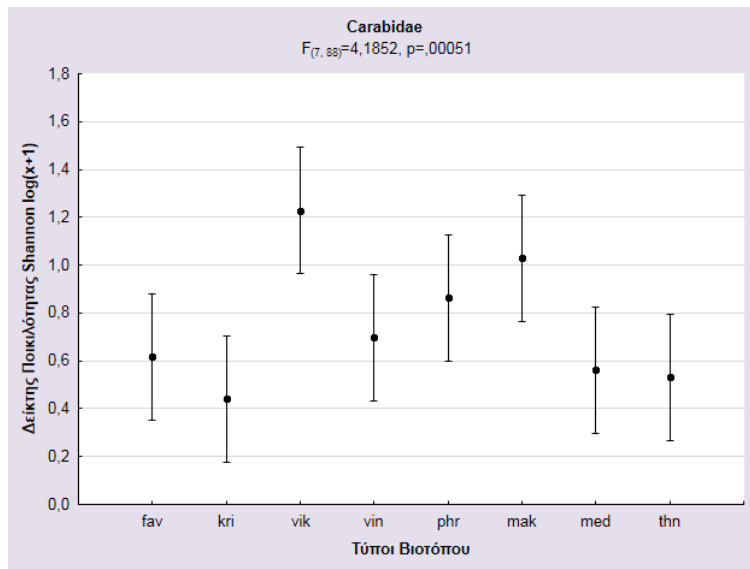
Εικόνα 2.3.1.8. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) του πλούτου των ειδών της οικογένειας Carabidae με βάση τον τύπο κάλυψης

Συμπερασματικά, ανεξάρτητα από τις επιμέρους διαφορές μεταξύ των σταθμών που ανήκουν στον ίδιο τύπο βιοτόπου, τα φρύγανα ήταν ο τύπος βιοτόπου με τις μεγαλύτερες αφθονίες ατόμων της οικ. Carabidae ενώ η καλλιέργεια του βίκου ανέδειξε τον μεγαλύτερο πλούτο. Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε ότι η ομάδα των βιοτόπων που συγκέντρωσε την πλειονότητα των ατόμων και απαρτήθηκε από τα φρύγανα, τα μακί και το βίκο, εμφάνισε και την μεγαλύτερη ποικιλότητα. Έτσι προκύπτει ότι οι βιότοποι με ιλυώδες εδαφικό υπόστρωμα υπερίσχυσαν τόσο ως προς τις αφθονίες όσο και ως προς τον πλούτο ειδών και το ίδιο έκαναν και οι σταθμοί των μαρτύρων.

Δείκτης Ποικιλότητας Shannon – Wiener των Carabidae

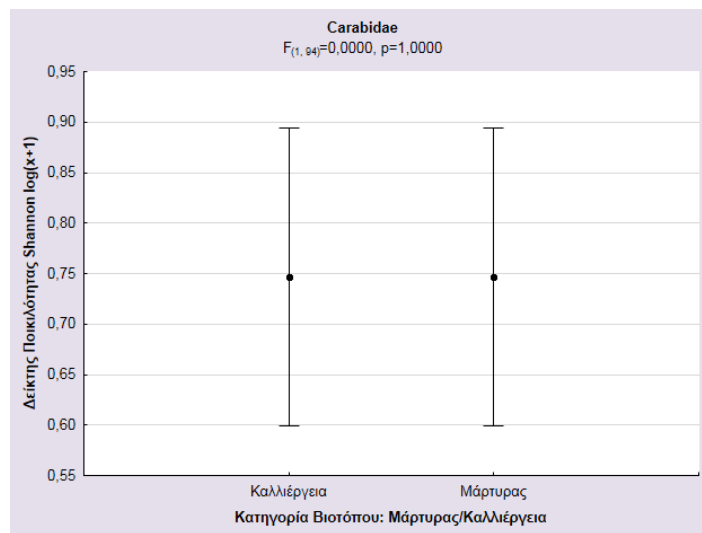
Η Μονόδρομη Ανάλυση της Διακύμανσης - one way ANOVA χρησιμοποιήθηκε ακόμη μια φορά για να προσδιοριστεί το ποσοστό της συνολικής διακύμανσης των μέσων τιμών του δείκτη ποικιλότητας Shannon – Wiener της οικογένειας Carabidae μεταξύ των διαφορετικών σταθμών δειγματοληψίας, των κυρίαρχων τύπων βιοτόπου του νησιού, των τύπων εδαφικού υποστρώματος και των διαφορετικών τύπων βλάστησης.

Η καλλιέργεια του βίκου αξιολογήθηκε ως ο βιότοπος με τον υψηλότερο δείκτη ποικιλότητας της οικογένειας Carabidae με αμέσως επόμενο αυτό της μακίας βλάστησης (Εικόνα A5). Αντίθετα τον μικρότερο δείκτη ποικιλότητας τον εμφάνισε η καλλιέργεια του κριθαριού. Παρατηρούμε ότι το πρότυπο που εμφανίζει ο δείκτης ποικιλότητας είναι παρόμοιο με αυτό του πλούτου ειδών για την οικογένεια Carabidae .



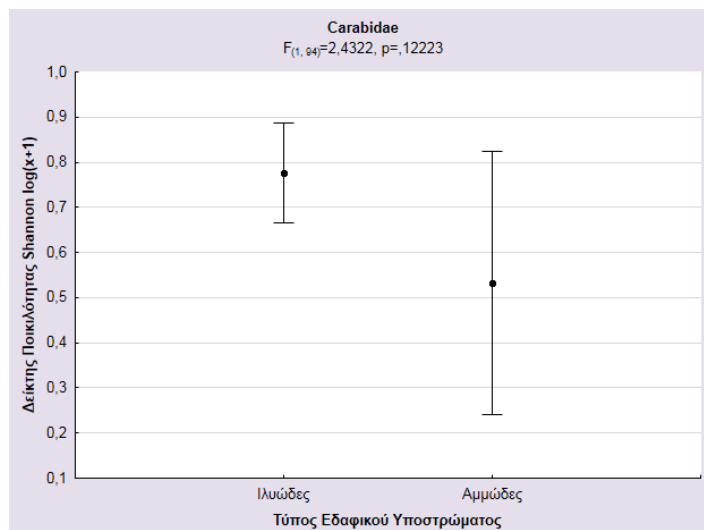
Εικόνα A5: Μέσες τιμές (log) του δείκτη ποικιλότητας της οικογένειας Carabidae ανά τύπο βιοτόπου

Σε αυτό το σημείο είναι αξιόλογο να παρατηρηθεί ότι δεν υπήρχε καμία διαφορά στο δείκτη μεταξύ καλλιεργειών και μαρτύρων (Εικόνα A6).



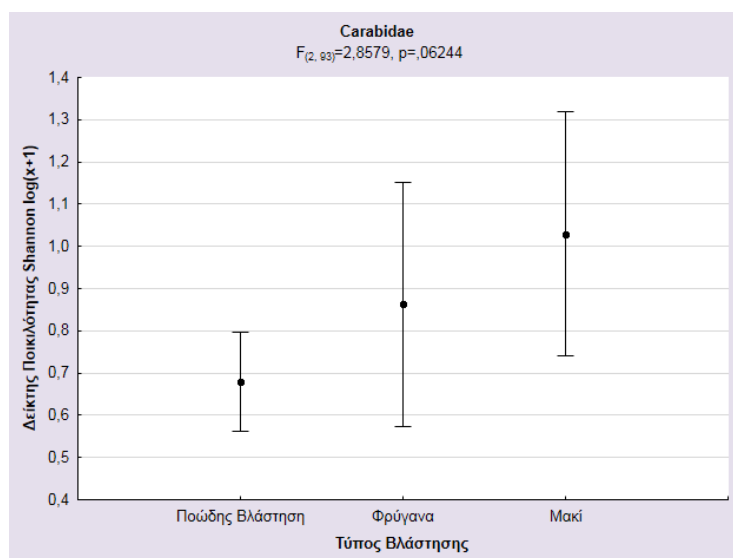
Εικόνα A6: Μέσες τιμές (log) του δείκτη ποικιλότητας της οικογένειας Carabidae με βάση το είδος του βιοτόπου: μάρτυρας ή καλλιέργεια

Οι σταθμοί που χαρακτηρίζονται από ιλυώδες έδαφος δεν σημείωσαν σημαντικές διαφορές στις τιμές του δείκτη σε σύγκριση με τους αμμώδεις βιοτόπους (Εικόνα A7).



Εικόνα A7: Μέσες τιμές (log) του δείκτη ποικιλότητας της οικογένειας Carabidae με βάση την κατηγορία του εδαφικού υποστρώματος: αμμώδες/ιλυώδες

Ως προς τον τύπο βλάστησης που επικρατεί σε κάθε σταθμό, παρατηρούμε ότι ο δείκτης αυξάνεται μονότονα από την ποώδη βλάστηση προς τα φρυγανικά και μακί συστήματα (Εικόνα Α8).



Εικόνα Α8: Μέσες τιμές (log) του δείκτη ποικιλότητας της οικογένειας Carabidae με βάση τον τύπο κάλυψης

2.3.2 Κατανομές των ειδών της οικ. Carabidae

Τα περισσότερα είδη της οικογένειας Carabidae είχαν περιορισμένη κατανομή στους διάφορους τύπους βιοτόπων ενώ 13 από τα 27 είδη εντοπίστηκαν μόνο σε ένα βιότοπο. Παρόλο που έχουν συγκεκριμένες οικολογικές απαιτήσεις, δεν είναι ποτέ αρκετά εξειδικευμένα ώστε να αποτελούν χαρακτηριστικά είδη ενός περιβάλλοντος. Οι αφθονίες τους καθώς και οι βιοτοπικές τους προτιμήσεις παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2.3.2.1).

Πίνακας 2.3.2.1. Αφθονίες καθώς και βιοτοπικές προτιμήσεις του κάθε είδους της οικ. Carabidae

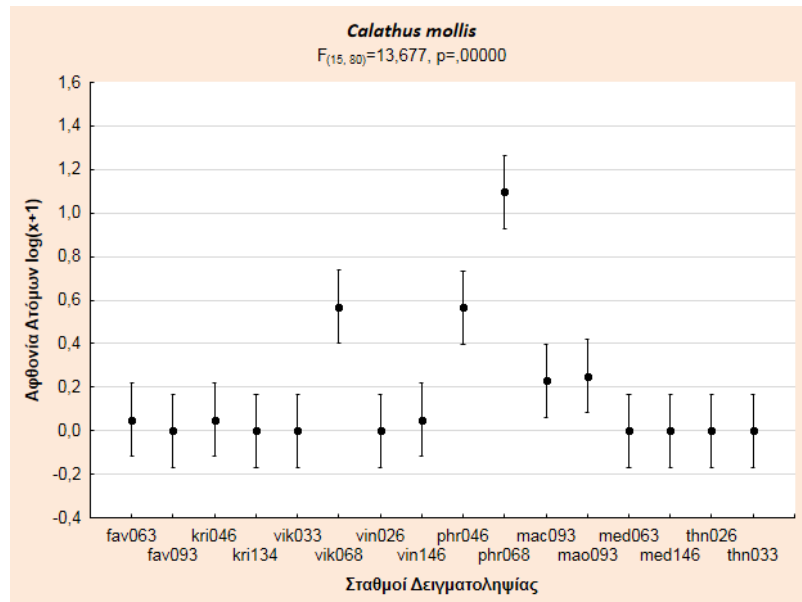
ΕΙΔΗ Carabidae	ΚΩΔΙΚΟΙ ΕΙΔΩΝ	ΑΦΘΟΝΙΑ ΑΤΟΜΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΒΙΟΤΟΠΟΣ
<i>Calathus mollis</i>	<i>camo</i>	180	29,13	fav/kri/vik/vin/mac/phr
<i>Carabus coriaceus</i>	<i>carc</i>	116	18,77	fav/kri/vik/vin/mac/phr/med/thn
<i>Carabus trojanus</i>	<i>cart</i>	98	15,86	fav/kri/vik/vin/mac/phr/med/thn
<i>Dixus obscurus</i>	<i>diob</i>	47	7,61	fav/vik/mac/phr
<i>Microlestes luctuosus</i>	<i>milu</i>	40	6,47	fav/kri/vik/vin/mac/phr/med
<i>Laemostenus cimmerius</i>	<i>laci</i>	32	5,18	fav/kri/vik/vin/mac/phr/med/thn
<i>Zabrus aegaeus</i>	<i>zaae</i>	30	4,85	fav/vik/mac/med/phr
<i>Calathus fucipes</i>	<i>cafu</i>	26	4,2	vik/phr
<i>Liccinus silphoides</i>	<i>lisi</i>	9	1,46	mac/med/thn
<i>Chlaenius vestitus</i>	<i>chlve</i>	8	1,29	vin
<i>Bembidion lampros</i>	<i>bela</i>	5	0,81	vin/med
<i>Scarites procerus</i>	<i>scpr</i>	4	0,65	vin/thn
<i>Amara aenea</i>	<i>amae</i>	3	0,49	med/thn
<i>Asaphidion cf stierlini</i>	<i>asph</i>	3	0,49	nin
<i>Cymindis milliaris</i>	<i>cymi</i>	3	0,49	vik/mac
<i>Bembidion properans</i>	<i>bepr</i>	2	0,32	vin/med
<i>Tachis bistriatus</i>	<i>tacb</i>	2	0,32	vin
<i>Bembidion tethys</i>	<i>bete</i>	1	0,16	vin
<i>Calathus cinctus</i>	<i>caci</i>	1	0,16	kri
<i>Cymindis axillaris</i>	<i>cyax</i>	1	0,16	phr
<i>Cymindis lineata</i>	<i>cyli</i>	1	0,16	vik
<i>Cymindis naxiana</i>	<i>cyna</i>	1	0,16	phr
<i>Pachycarus aculeatus</i>	<i>paac</i>	1	0,16	mac
<i>Masoreus wetterhallii</i>	<i>mawe</i>	1	0,16	vik
<i>Ophonus subquadratus</i>	<i>opsu</i>	1	0,16	vik
<i>Paradromius linealis</i>	<i>pali</i>	1	0,16	mac
<i>Platyderus cf graecus</i>	<i>plag</i>	1	0,16	mac

2.3.3 Κατανομές και Βιοτοπικές Προτιμήσεις των 4 Ειδών Carabidae που σημείωσαν τους μεγαλύτερους πληθυσμούς στο νησί

- ❖ *Calathus mollis*
- ❖ *Carabus coriaceus*
- ❖ *Carabus trojanus*
- ❖ *Dixus obscurus*

➤ Αφθονία του είδους *Calathus mollis*

Στην περίπτωση του είδους *Calathus mollis*, εκτός από το ότι παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στην κατανομή του είδους μεταξύ των σταθμών ($F=13.677$, $p=0.00000$), παρατηρείται και πλήθος μέσων τιμών να βρίσκεται κοντά στο μηδέν. Όπως προκύπτει από τη δοκιμή LSD, ο σταθμός των φρυγάνων (phr068) εμφάνισε τα περισσότερα άτομα. Από κει και πέρα, με εξαίρεση τον άλλο σταθμό των φρυγάνων (phr046), το σταθμό του βίκου (vik068) και τους σταθμούς των μακί διαπλάσεων που σημείωσαν τα λιγότερα άτομα, όλοι οι υπόλοιποι σταθμοί κατέγραψαν μηδενικές τιμές ατόμων.

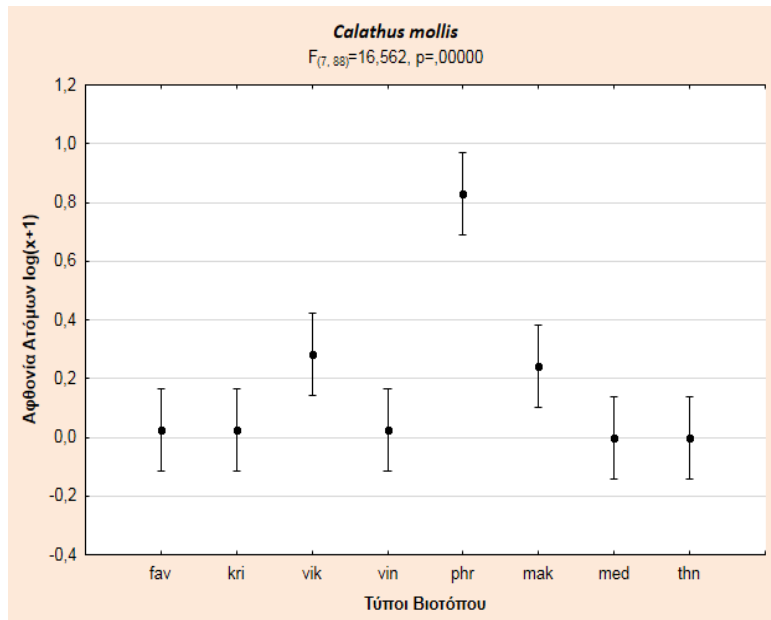


Εικόνα 2.3.3.1. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Calathus mollis* ανά σταθμό

sta	camo Mean	1	2	3	4
thn033	0,000000	****			
fav093	0,000000	****			
med146	0,000000	****			
kri134	0,000000	****			
vik033	0,000000	****			
thn026	0,000000	****			
vin026	0,000000	****			
med063	0,000000	****			
kri046	0,050172	****	****		
fav063	0,050172	****	****		
vin146	0,050172	****	****		
mac093	0,230035	****	****		
mao093	0,250858		****		
phr046	0,566900			****	
vik068	0,568939			****	
phr068	1,095918				****

Πίνακας 2.3.3.1. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας του είδους *Calathus mollis* ανά σταθμό

Εξετάζοντας την απόκριση των ατόμων *Calathus mollis* στους διαφορετικούς τύπους βιοτόπου, η εικόνα που προκύπτει είναι ίδια με αυτή που πήραμε από τους σταθμούς. Πιο συγκεκριμένα βλέπουμε ότι οι φρυγανικοί βιότοποι αποτέλεσαν μια ομάδα μόνοι τους, από τη δοκιμή LSD, και συγκέντρωσαν τα περισσότερα άτομα του είδους. Η καλλιέργεια του βίκου και οι μακί διαπλάσεις σχημάτισαν μια ενδιάμεση ομάδα και τέλος δημιουργήθηκε μια τρίτη ομάδα, η οποία απαρτίζεται από όλους τους υπόλοιπους τύπους βιοτόπου και σημειώνει σχεδόν μηδενικές τιμές αφθονίας (Εικόνα 2.3.3.2).

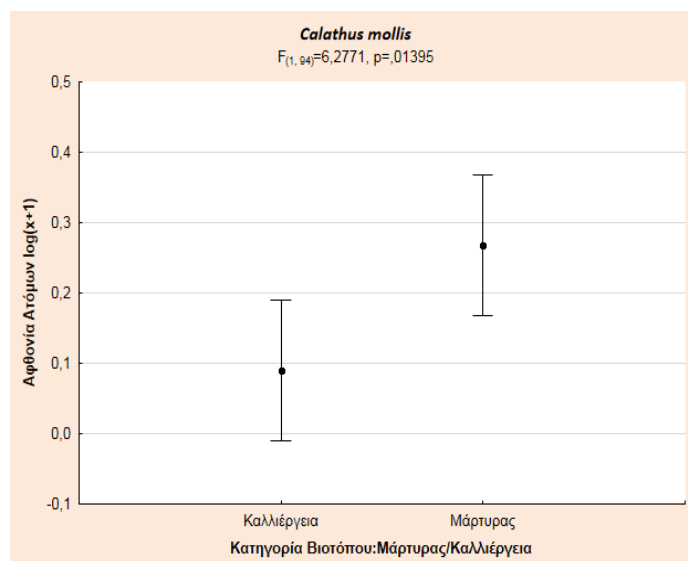


Εικόνα 2.3.3.2. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Calathus mollis* ανά τύπο βιοτόπου

biot	camo Mean	1	2	3
med	0,000000	****		
thn	0,000000	****		
vin	0,025086	****		
kri	0,025086	****		
fav	0,025086	****		
mak	0,240447		****	
vik	0,284470		****	
phr	0,831409			****

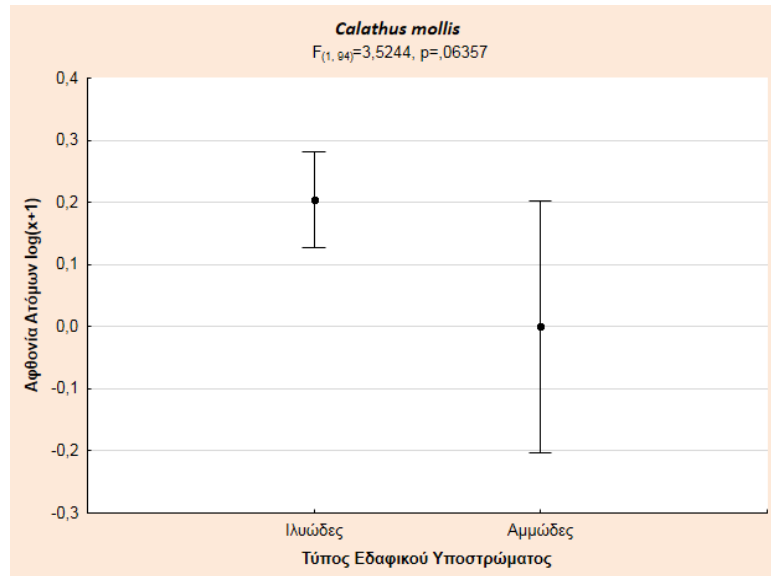
Πίνακας 2.3.3.2. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας του είδους *Calathus mollis* ανά τύπο βιοτόπου

Όσον αφορά το διαχωρισμό των σταθμών σε καλλιέργειες και μάρτυρες, αναμενόμενα οι μάρτυρες εμφάνισαν μεγαλύτερες αφθονίες σε σχέση με τις καλλιέργειες (Εικόνα 2.3.3.3).



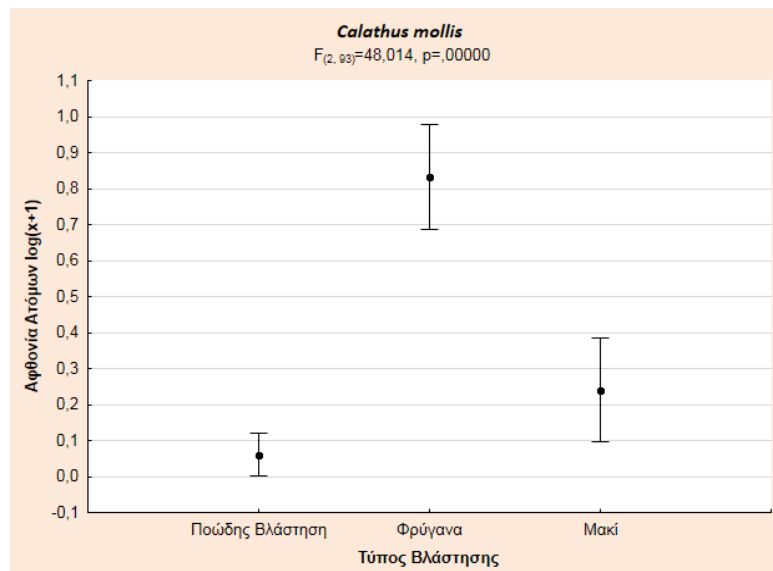
Εικόνα 2.3.3.3. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Calathus mollis* με βάση το είδος του βιοτόπου: μάρτυρας ή καλλιέργεια

Ανάμεσα στους δύο τύπους εδαφικού υποστρώματος, οι κατανομές των ατόμων περιορίστηκαν στα ιλυώδη εδαφικά υποστρώματα, από τη στιγμή που στους σταθμούς των θινών δεν υπήρξε κάποιος αντιπρόσωπος του είδους. (Εικόνα 2.3.3.4).



Εικόνα 2.3.3.4. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Calathus mollis* με βάση την κατηγορία του εδαφικού υποστρώματος: αμμώδες/ιλυώδες

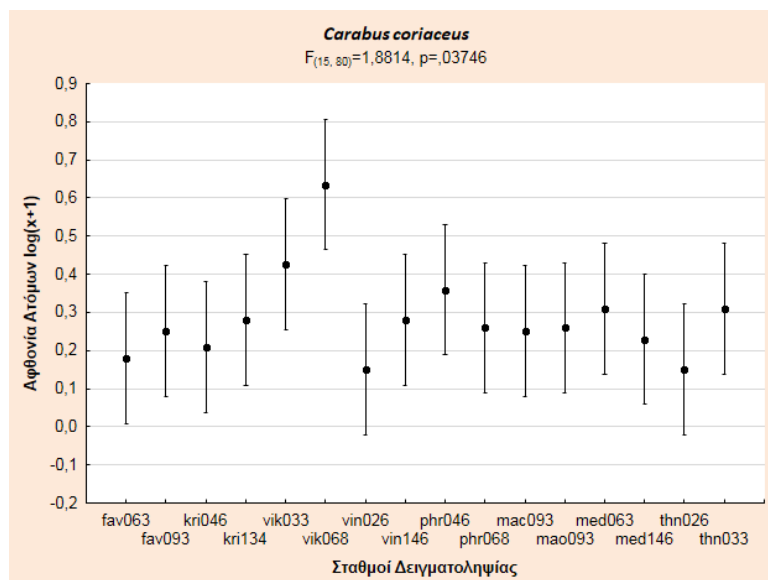
Η διαφορά των μέσων τιμών αφθονίας είναι πολύ μεγάλη μεταξύ των τριών διαφορετικών τύπων βλάστησης, με τα εδάφη της φρυγανικής βλάστησης να παρουσιάζουν πολύ μεγαλύτερες τιμές ατόμων σε σχέση με τα μακί συστήματα. (Εικόνα 2.3.3.5). Το αποτέλεσμα αυτό δεν είναι καθόλου αναπάντεχο εφόσον τα περισσότερα άτομα συλλέχθηκαν από τους σταθμούς των φρυγάνων.



Εικόνα 2.3.3.5. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Calathus mollis* με βάση τον τύπο κάλυψης

➤ Αφθονία του είδους *Carabus coriaceus*

Μεταξύ των διαφορετικών σταθμών δειγματοληψίας, ο πιο φιλόξενος τύπος ενδιαιτήματος για το είδος *Carabus coriaceus*, είναι η καλλιέργεια του βίκου, στην οποία σημειώνεται η μέγιστη μέση αφθονία ατόμων. Όπως προκύπτει και από τη δοκιμή LSD, οι λιγότερο φιλόξενοι σταθμοί ήταν από τις καλλιέργειες, η βύνη (vin026) και η φάβα (fav063), και από τους μάρτυρες, οι θίνες (thn026). Ανάμεσα στους άλλους σταθμούς δημιουργούνται επικαλύψεις και δεν εμφανίζεται κάποιο σαφές πρότυπο κατανομής.

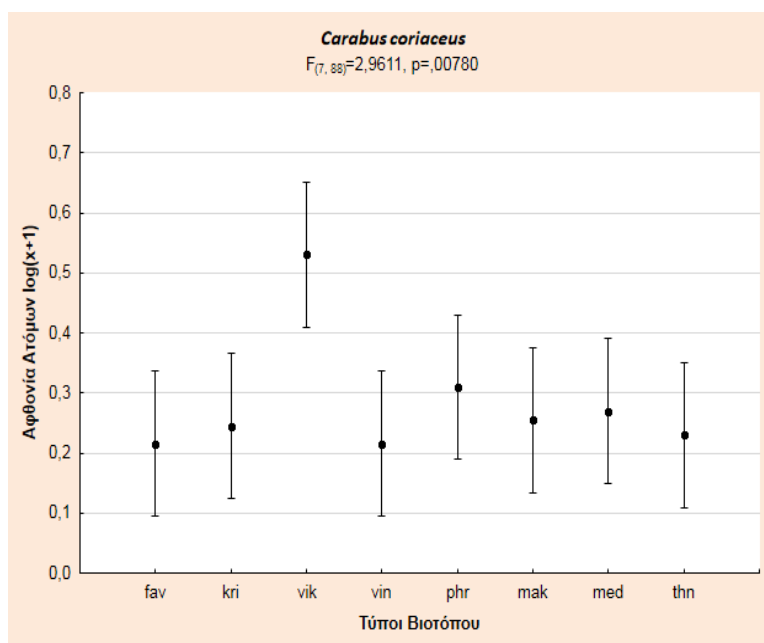


Εικόνα 2.3.3.6. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Carabus coriaceus* ανά σταθμό

sta	carc Mean	1	2	3
thn026	0,150515	****		
vin026	0,150515	****		
fav063	0,179864	****		
kri046	0,209212	****	****	
med146	0,230035	****	****	
fav093	0,250858	****	****	
mac093	0,250858	****	****	
phr068	0,259384	****	****	
mao093	0,259384	****	****	
kri134	0,280207	****	****	
vin146	0,280207	****	****	
thn033	0,309555	****	****	
med063	0,309555	****	****	
phr046	0,359727	****	****	
vik033	0,426050		****	****
vik068	0,635263			****

Πίνακας 2.3.3.6. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας του είδους *Carabus coriaceus* ανά σταθμό

Οι διαφορές της αφθονίας του είδους *Carabus coriaceus* μεταξύ των διαφορετικών τύπων βιοτόπου που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη, ήταν στατιστικά σημαντικές ($F=2.9611$, $p=0.00780$). Από την ενοποίηση των σταθμών σε βιότοπους, η καλλιέργεια του βίκου σχημάτισε μια ομάδα μόνη της σύμφωνα με τη δοκιμή LSD, αποτελώντας τον βιότοπο με τις μεγαλύτερες αφθονίες ατόμων του είδους *Carabus coriaceus*. Όλοι οι υπόλοιποι βιότοποι αποτέλεσαν μια δεύτερη ομάδα βιοτόπων που κατέγραψε τα λιγότερα άτομα.

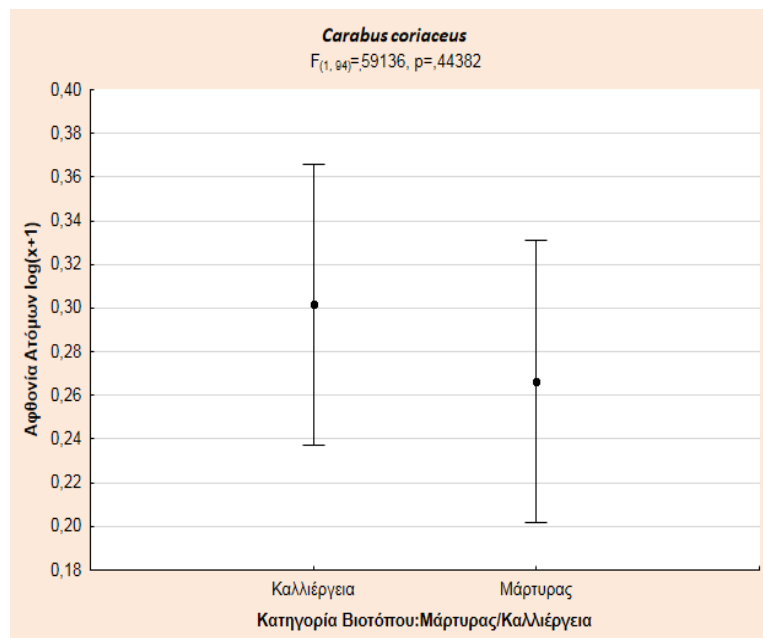


Εικόνα 2.3.3.7. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Carabus coriaceus* ανά τύπο βιοτόπου

biot	carc Mean	1	2
vin	0,215361	****	
fav	0,215361	****	
thn	0,230035	****	
kri	0,244709	****	
mak	0,255121	****	
med	0,269795	****	
phr	0,309555	****	
vik	0,530656		****

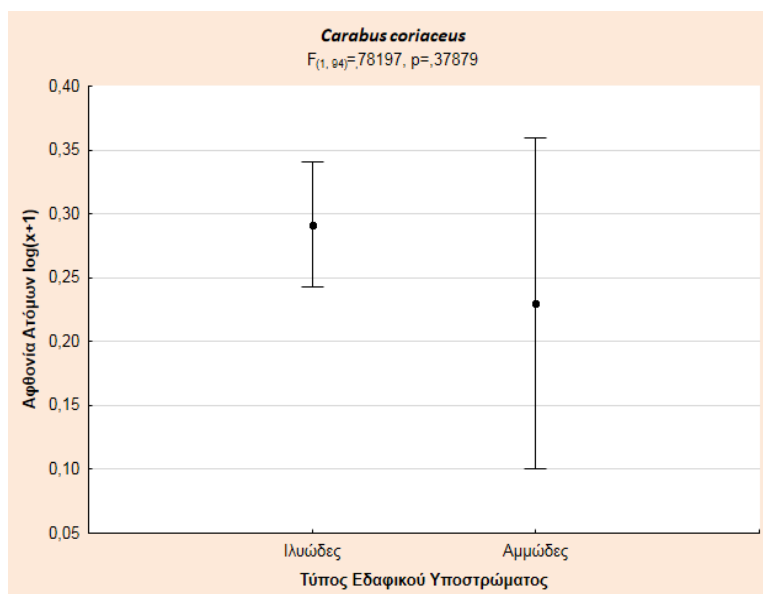
Πίνακας 2.3.3.7. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας του είδους *Carabus coriaceus* ανά τύπο βιοτόπου

Μεταξύ των σταθμών που δέχτηκαν καλλιεργητική διαδικασία και των σταθμών που αποτέλεσαν μάρτυρες της πειραματικής μελέτης, παρατηρούμε ότι τα άτομα κατανέμονται σχετικά ομοιόμορφα ($p=0.44382$). (Εικόνα 2.3.3.8).



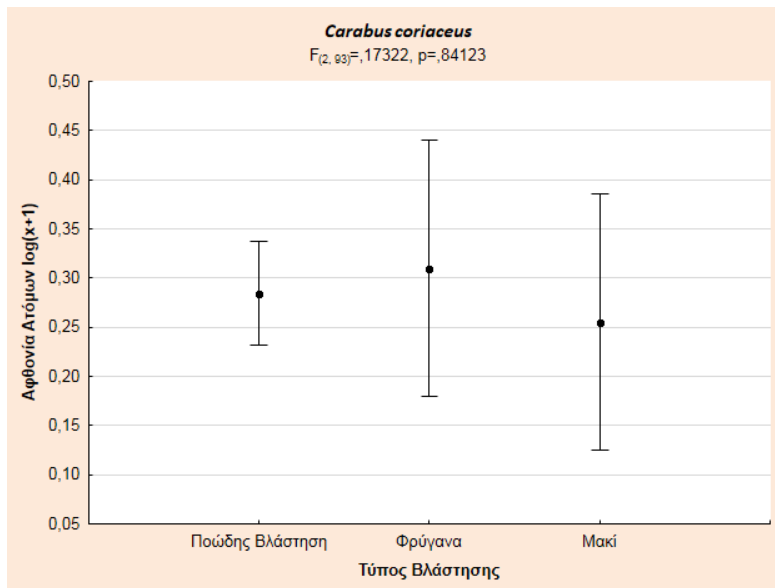
Εικόνα 2.3.3.8. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Carabus coriaceus* με βάση το είδος του βιοτόπου: μάρτυρας ή καλλιέργεια

Παρατηρούμε ότι ο παράγοντας του τύπου του εδαφικού υποστρώματος δεν έπαιξε σημαντικό ρόλο στις κατανομές του *Carabus coriaceus* ($p=0.37879$) (Εικόνα 2.3.3.9).



Εικόνα 2.3.3.9. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Carabus coriaceus* με βάση την κατηγορία του εδαφικού υποστρώματος: αμμώδες/ιλυώδες

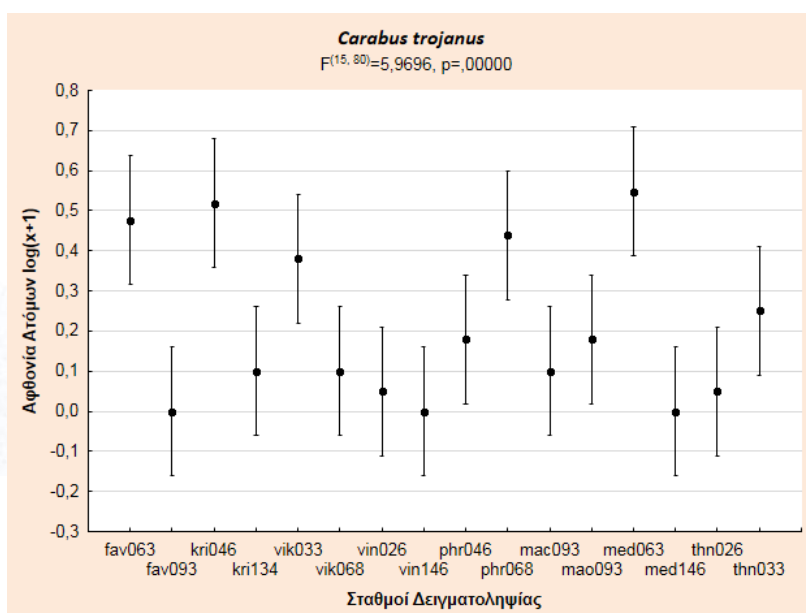
Σε σχέση με την επίδραση της βλάστησης, καταλαβαίνουμε ότι οι μέσες τιμές αφθονίας του *Carabus coriaceus* δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών διαφορετικών τύπων βλάστησης (Εικόνα 2.3.3.10).



Εικόνα 2.3.3.10. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Carabus coriaceus* με βάση τον τύπο κάλυψης

➤ **Αφθονία του είδους *Carabus trojanus***

Στην περίπτωση του είδους *Carabus trojanus* είναι σημαντικό να δούμε ότι οι διαφορές μεταξύ των σταθμών που ανήκουν στον ίδιο τύπο βιοτόπου, είναι τεράστιες. Μάλιστα αυτό παρατηρείται και στους σταθμούς την καλλιέργειών αλλά και των μαρτύρων. Σύμφωνα με τη δοκιμή LSD οι πιο φιλόξενοι σταθμοί ήταν ένας σταθμός λιβαδιού (med063) από τους μάρτυρες, και ένας σταθμός με κριθάρι (kri046), από τις καλλιέργειες. Αμέσως μετά ακολουθούν τόσο οι καλλιέργειες της φάβας (fav063) και του βίκου (vik033) όσο και η φρυγανική διάπλωση (phr068). Είναι ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε ότι στην ομάδα σταθμών που απαντήθηκαν τα λιγότερα είδη, ανήκει και ο άλλος σταθμός της φάβας (fav093). Αυτό σε συνδυασμό με το ότι όλες οι υπόλοιπες ενδιάμεσες ομάδες σχηματίζουν πολλές επικαλύψεις μας επιβεβαιώνει τη μη ύπαρξη κάποιου σαφούς προτύπου κατανομής του είδους. Στην ομάδα με τις μικρότερες αφθονίες ανήκει και ένας σταθμός βύνης (vin146) και ένας σταθμός με εγκαταλελειμμένο λιβάδι (med146). (Πίνακας 2.3.3.11).

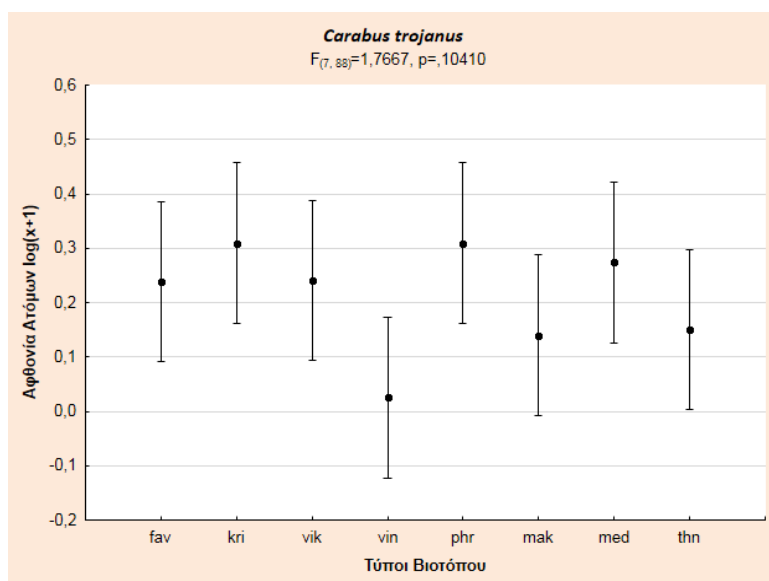


Εικόνα 2.3.3.11. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Carabus trojanus* ανά σταθμό

sta	cart Mean	1	2	3	4	5
fav093	0,000000	****				
med146	0,000000	****				
vin146	0,000000	****				
thn026	0,050172	****	****			
vin026	0,050172	****	****			
mac093	0,100343	****	****			
kri134	0,100343	****	****			
vik068	0,100343	****	****			
mao093	0,179864	****	****	****		
phr046	0,179864	****	****	****		
thn033	0,250858		****	****	****	
vik033	0,380550			****	****	****
phr068	0,439247				****	****
fav063	0,476222				****	****
kri046	0,518768					****
med063	0,548116					****

Πίνακας 2.3.3.11. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας του είδους *Carabus trojanus* ανά σταθμό

Από την ομαδοποίηση των βιοτόπων βάσει της post hoc δοκιμής LSD προκύπτει ότι οι πιο φιλόξενοι βιότοποι για τα άτομα *Carabus trojanus* ήταν όλες οι καλλιέργειες εκτός της βύνης, τα λιβάδια και οι φρυγανικές διαπλάσεις. Η καλλιέργεια της βύνης αντίθετα, σημείωσε τις μικρότερες αφθονίες από όλους τους τύπους βιοτόπου. (Εικόνα 2.3.3.12).

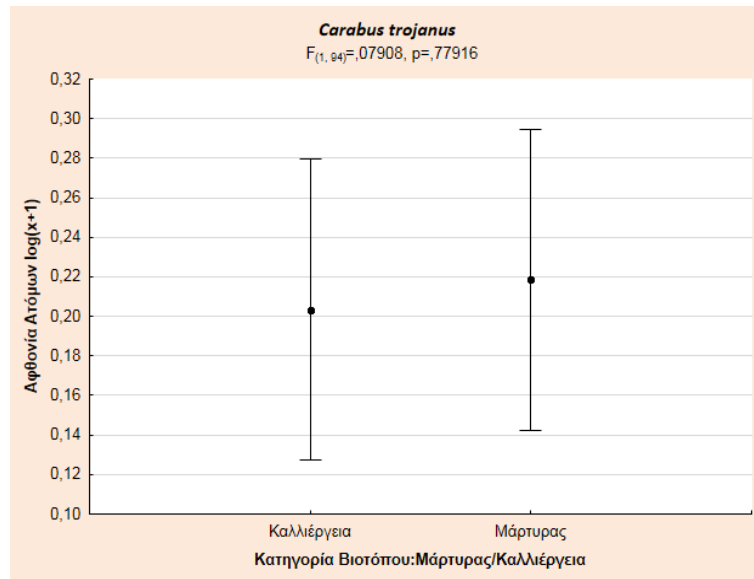


Εικόνα 2.3.3.12. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Carabus trojanus* ανά τύπο βιοτόπου

biot	cart Mean	1	2
vin	0,025086		****
mak	0,140103	****	****
thn	0,150515	****	****
fav	0,238111	****	
vik	0,240447	****	
med	0,274058	****	
phr	0,309555	****	
kri	0,309555	****	

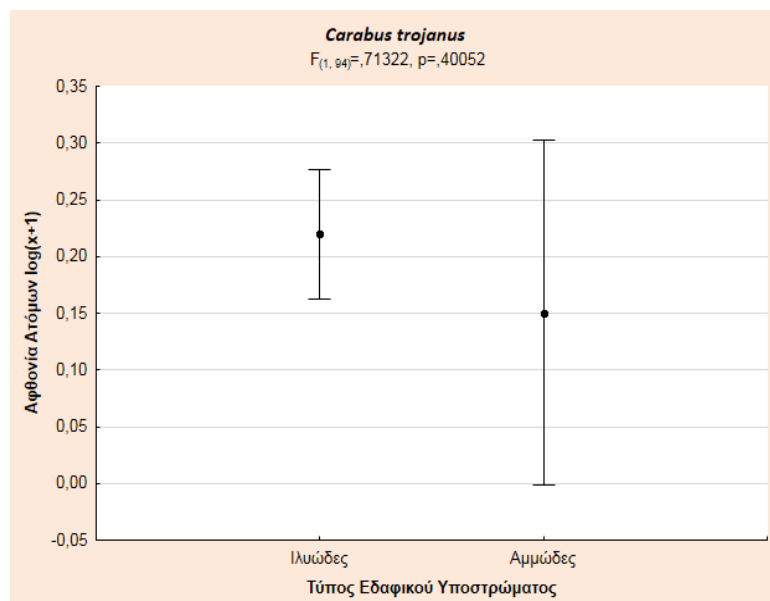
Πίνακας 2.3.3.12. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας του είδους *Carabus trojanus* ανά τύπο βιοτόπου

Τα άτομα του είδους *Carabus trojanus* δεν έδειξαν κάποια σαφή προτίμηση μεταξύ καλλιέργειών και μαρτύρων. (Εικόνα 2.3.3.13).



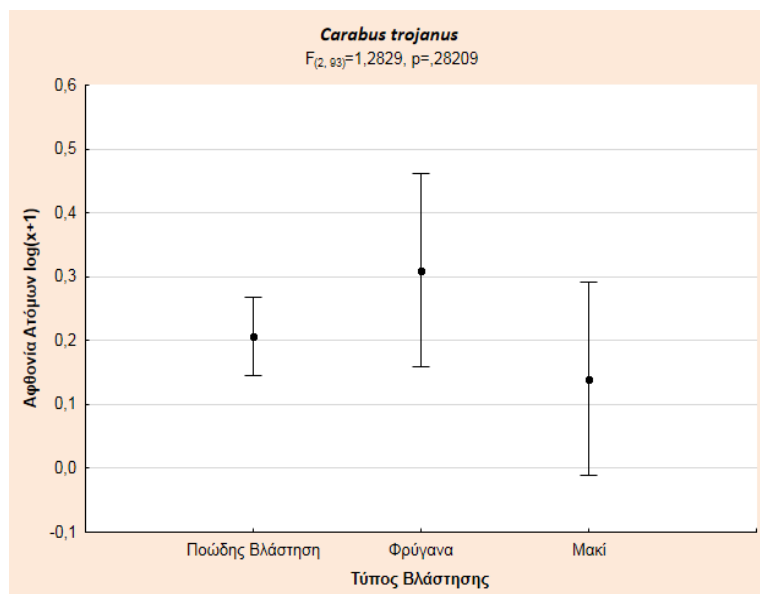
Εικόνα 2.3.3.13. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Carabus trojanus* με βάση το είδος του βιοτόπου: μάρτυρας ή καλλιέργεια

Ανάμεσα στους δύο τύπους εδαφικού υποστρώματος, οι μέσες τιμές αφθονίας δεν σημείωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p=0.40052$) (Εικόνα 2.3.3.14).



Εικόνα 2.3.3.14. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Carabus trojanus* με βάση την κατηγορία του εδαφικού υποστρώματος: αμμώδες/ιλυώδες

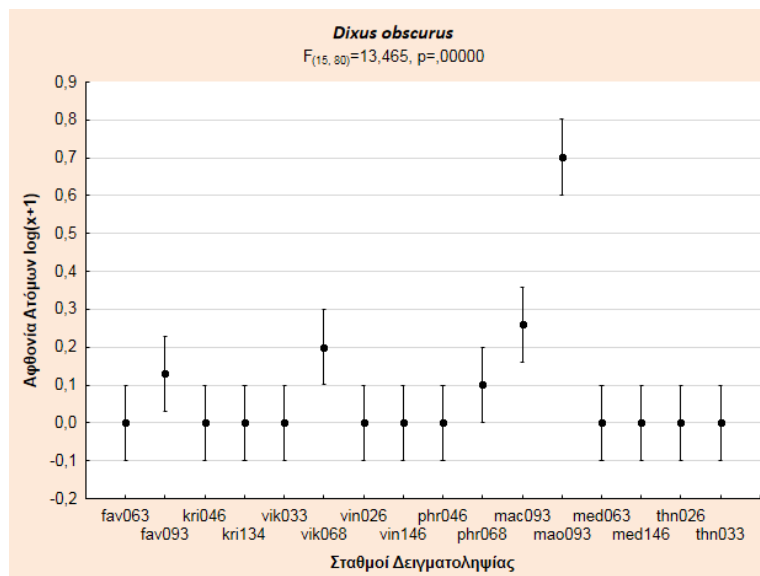
Σε σχέση με την επίδραση της βλάστησης, καταλαβαίνουμε ότι οι μέσες τιμές αφθονίας του *Carabus trojanus* δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών διαφορετικών τύπων βλάστησης (Εικόνα 2.3.3.15).



Εικόνα 2.3.3.15. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Carabus trojanus* με βάση τον τύπο κάλυψης

➤ Αφθονία του είδους *Dixus obscurus*

Το είδος *Dixus obscurus* παρουσίασε πιο ιδιαίτερες κατανομές στους διάφορους σταθμούς. Η πλειονότητα των ατόμων καταγράφηκε στους σταθμούς με μακία βλάστηση και μάλιστα με μεγάλη διαφορά σε σχέση με τους υπόλοιπους σταθμούς. Λιγότερα άτομα παρουσιάστηκαν στις καλλιέργειες του βίκου (vik068) και της φάβας (fav093) καθώς και σε ένα φρυγανικό σταθμό (phr068). Αξιοσημείωτο είναι ότι σε όλους τους υπόλοιπους σταθμούς, δηλαδή στην πλειοψηφία των καλλιεργειών καθώς και στις λιβαδικές και αμμοθινικές εκτάσεις, οι τιμές αφθονίας είναι μηδενικές (Εικόνα 2.3.3.16).

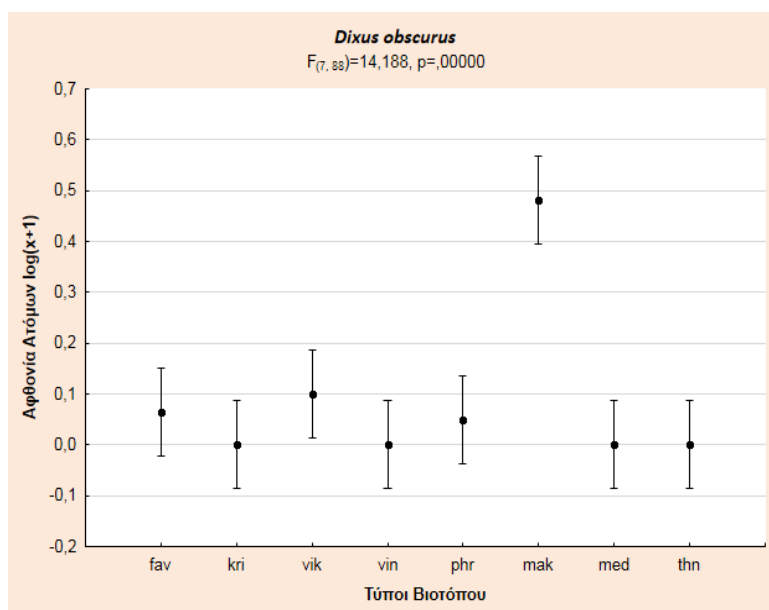


Εικόνα 2.3.3.16. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Dixus obscurus* ανά σταθμό

sta	diob Mean	1	2	3	4
fav063	0,000000	****			
thn026	0,000000	****			
kri046	0,000000	****			
kri134	0,000000	****			
vik033	0,000000	****			
med146	0,000000	****			
vin026	0,000000	****			
vin146	0,000000	****			
phr046	0,000000	****			
med063	0,000000	****			
thn033	0,000000	****			
phr068	0,100343	****	****		
fav093	0,129692	****	****	****	
vik068	0,200687		****	****	
mac093	0,259384			****	
mao093	0,701586				****

Πίνακας 2.3.3.16. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας του είδους *Dixus obscurus* ανά σταθμό

Η μεγάλη διαφορά που παρουσιάστηκε στους σταθμούς με τις μακί διαπλάσεις είναι ξεκάθαρη και στην εικόνα της αφθονίας συναρτήσει των βιοτόπων. Από τη δοκιμή LSD η μακία βλάστηση, ως ο πιο φιλόξενος τύπος ενδιαιτήματος για το συγκεκριμένο είδος, αποτελεί μια ομάδα από μόνη της (Πίνακας 2.3.3.17). Αντίθετα όλοι οι υπόλοιποι βιότοποι εντάχθηκαν σε μια άλλη, δεύτερη ομάδα.

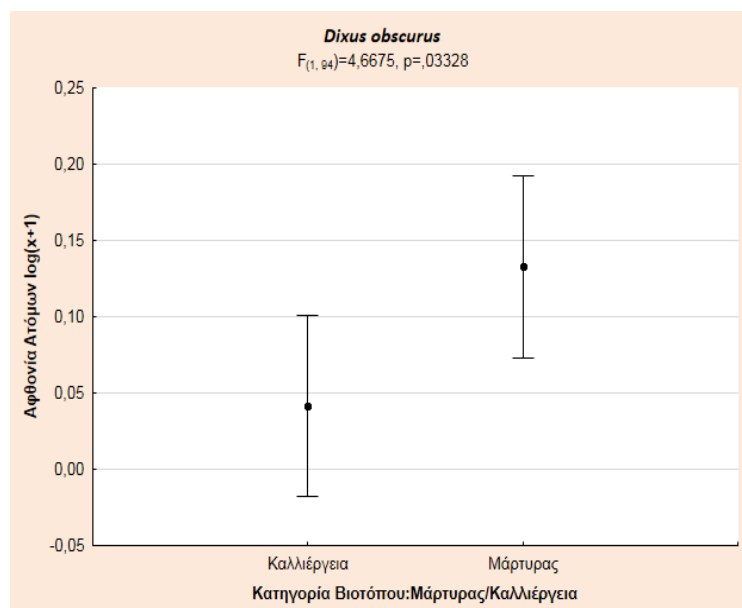


Εικόνα 2.3.3.17. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Dixus obscurus* ανά τύπο βιοτόπου

biot	diob Mean	1	2
kri	0,000000	****	
med	0,000000	****	
vin	0,000000	****	
thn	0,000000	****	
phr	0,050172	****	
fav	0,064846	****	
vik	0,100343	****	
mak	0,480485		****

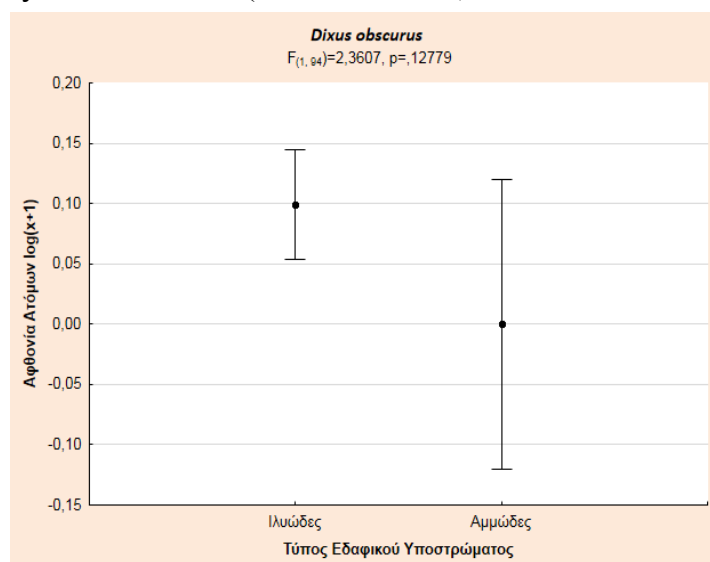
Πίνακας 2.3.3.17. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας του είδους *Dixus obscurus* ανά τύπο βιοτόπου

Από τη στιγμή που το συγκεκριμένο είδος απαντάται, όπως προαναφέρθηκε, βασικά και κύρια σε μακί διαπλάσεις, είναι και λογικό οι κατανομές των ατόμων *Dixus obscurus* να καταγράφονται κυρίως στους σταθμούς των μαρτύρων.(Εικόνα 2.3.3.18).



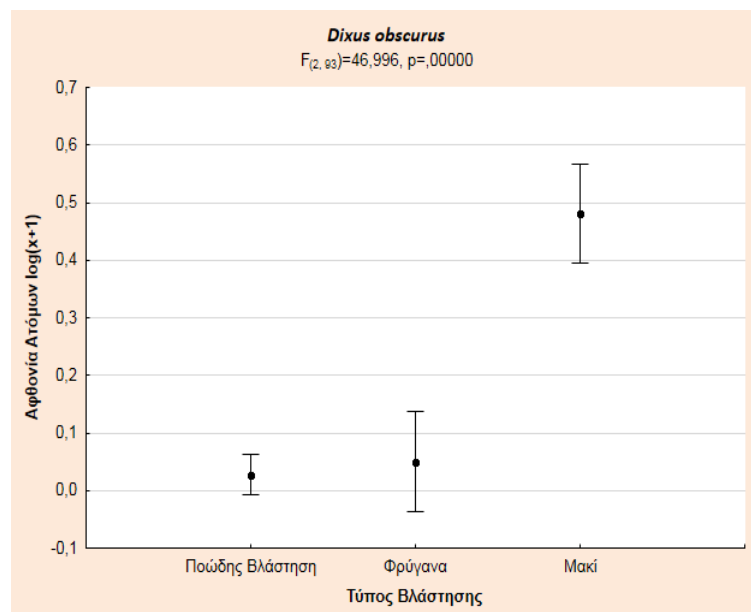
Εικόνα 2.3.3.18. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Dixus obscurus* με βάση το είδος του βιοτόπου: μάρτυρας ή καλλιέργεια

Τα εδάφη με χόμα αποτέλεσαν πιο φιλόξενα ενδιαιτήματα σε σύγκριση με τα αμμώδη, κάτι απολύτως λογικό δεδομένου ότι στις θίνες δεν βρέθηκαν καθόλου άτομα του είδους *Dixus obscurus* (Εικόνα 2.3.3.19).



Εικόνα 2.3.3.19. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Dixus obscurus* με βάση την κατηγορία του εδαφικού υποστρώματος: αμμώδες/ιλυώδες

Τέλος από την ανάλυση της επίδρασης του παράγοντα της βλάστησης, προκύπτει φυσικά ότι τα εδάφη μακίας βλάστησης ήταν αυτά με τα περισσότερα άτομα και μάλιστα με μεγάλη διαφορά σε σχέση με τους άλλους δύο τύπους (Εικόνα 2.3.3.20).



Εικόνα 2.3.3.20. Μέσες τιμές (log) της αφθονίας του είδους *Dixus obscurus* με βάση τον τύπο κάλυψης

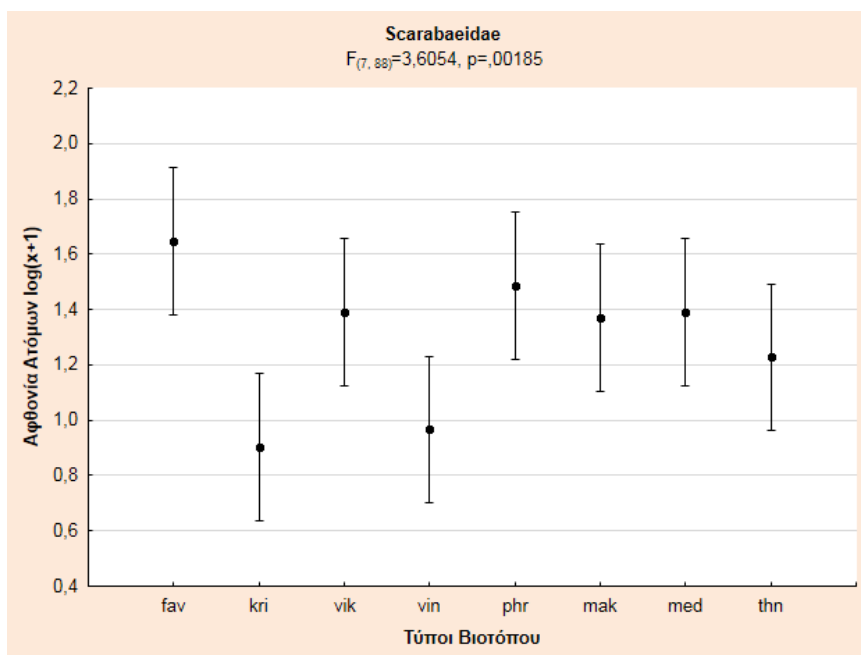
Συμπερασματικά τα τρία είδη που σημείωσαν τις μεγαλύτερες αφθονίες, δηλαδή τα *Calathus mollis*, *Carabus coriaceus* και *Carabus trojanus*, ήταν από τα λίγα της οικογένειας Carabidae που εντοπίστηκαν σε μεγάλο ποσοστό των διαφορετικών βιοτόπων. Το *Calathus mollis* είχε ξεκάθαρα πιο έντονη παρουσία στις φρυγανικές διαπλάσεις. Το *Carabus coriaceus* προτίμησε την καλλιέργεια του βίκου και δευτερευόντως τα φρυγανικά συστήματα ενώ το *Carabus trojanus* δεν ακολούθησε κάποιο σαφές πρότυπο ως προς τις βιοτοπικές του προτιμήσεις. Τέλος το *Dixus obscurus* αποτέλεσε πιο στενόκοικο είδος σε σχέση με τα προηγούμενα και εντοπίστηκε βασικά και κύρια στους σταθμούς με μακία βλάστηση.

2.4 ΟΙΚΟΓΕΝ. SCARABAEIDAE ΚΑΙ SILPHIDAE

Σε αυτό το σημείο θα εξεταστούν συνοπτικά και οι αφθονίες των οικογενειών Scarabaeidae και Silphidae γιατί αν και εξετάζουμε τις δύο σημαντικότερες οικογένειες Κολεοπτέρων: Tenebrionidae, Carabidae, οι δύο πρώτες προπορεύονται των Carabidae σε αριθμούς ατόμων ως προς το σύνολο των Κολεοπτέρων.

ΑΦΘΟΝΙΑ ΑΤΟΜΩΝ SCARABAEIDAE

Όπως προκύπτει από τη δοκιμή LSD, η καλλιέργεια της φάβας αποτέλεσε τον βιότοπο με το μεγαλύτερο πλήθος ατόμων της οικογένειας Scarabaeidae. Παρατηρούμε όμως ότι σαν σύνολο, οι μάρτυρες σημείωσαν μεγαλύτερες μέσες τιμές αφθονίας ατόμων σε σύγκριση με τις καλλιέργειες, με τα φρύγανα να έρχονται πρώτα. Αντίθετα οι καλλιέργειες του κριθαριού και της βύνης συγκέντρωσαν τα λιγότερα άτομα της οικογένειας (Πίνακας 2.4.1). Σε γενικές γραμμές όμως δεν υπάρχει κάποιο σαφές πρότυπο.

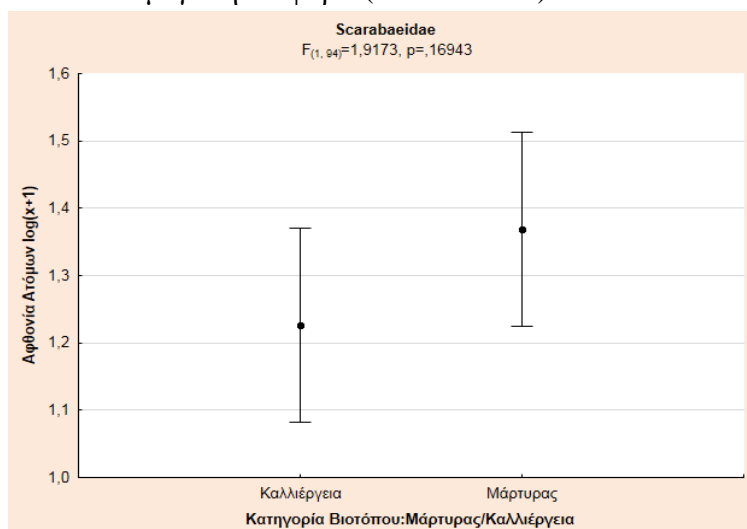


Εικόνα 2.4.1. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Scarabaeidae ανά βιότοπο

biot	scar Mean	1	2	3
kri	0,902634			****
vin	0,966305			****
thn	1,227968	****		****
mak	1,370294	****	****	
vik	1,389917	****	****	
med	1,390976	****	****	
phr	1,484806	****	****	
fav	1,646866		****	

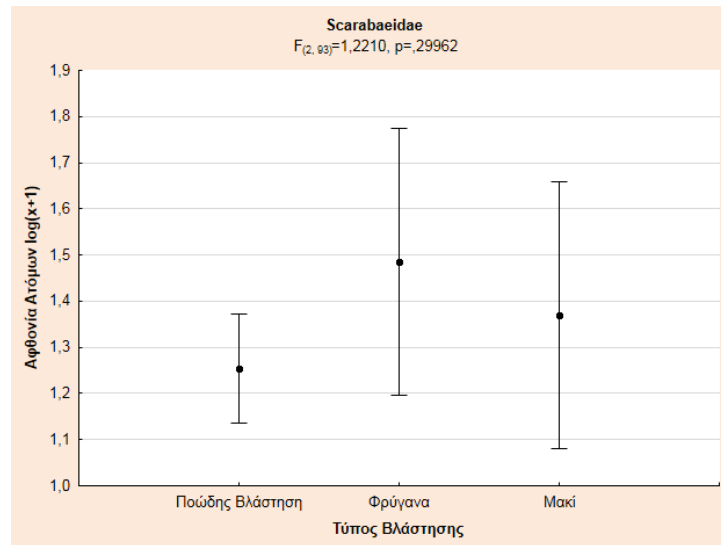
Πίνακας 2.4.1. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Scarabaeidae ανά βιότοπο

Η προτίμηση που έδειξαν τα περισσότερα άτομα Scarabaeidae στο σύνολο των μαρτύρων έναντι των καλλιεργητικών εκτάσεων, φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα χωρίς βέβαια στατιστικά μεγάλη διαφορά (Εικόνα 2.4.2).



Εικόνα 2.4.2. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Scarabaeidae με βάση το είδος του βιοτόπου: μάρτυρας ή καλλιέργεια

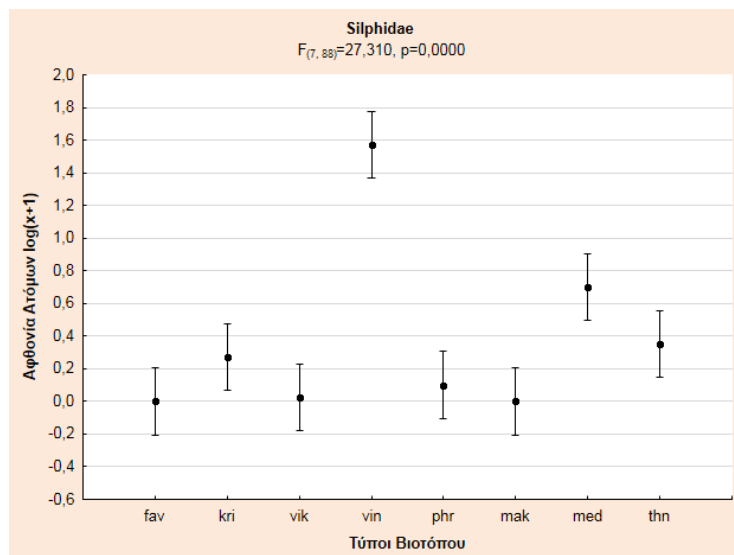
Τα φρυγανικά συστήματα αποτέλεσαν τους σταθμούς των μαρτύρων με τις μεγαλύτερες τιμές αφθονίας των ατόμων και γι αυτό στον φρυγανικό τύπο κάλυψης εντοπίζονται και τα περισσότερα άτομα της οικογένειας με τα μακί να ακολουθούν (Εικόνα 2.4.3).



Εικόνα 2.4.3. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Scarabaeidae με βάση τον τύπο κάλυψης

ΑΦΘΟΝΙΑ ΑΤΟΜΩΝ SILPHIDAE

Στην περίπτωση της οικογένειας Silphidae, πιο φιλόξενος βιότοπος αποδείχτηκε να είναι η καλλιέργεια της βύνης. Από την πλευρά των μαρτύρων, το λιβάδι κατέγραψε τα περισσότερα άτομα ακολουθούμενο από τις θίνες. Οι μικρότερες αφθονίες εντοπίστηκαν στην καλλιέργεια του βίκου ενώ στη φάβα και στις μακί διαπλάσεις δεν υπήρξε κανένας αντιπρόσωπος της οικογένειας (Εικόνα 2.4.4).

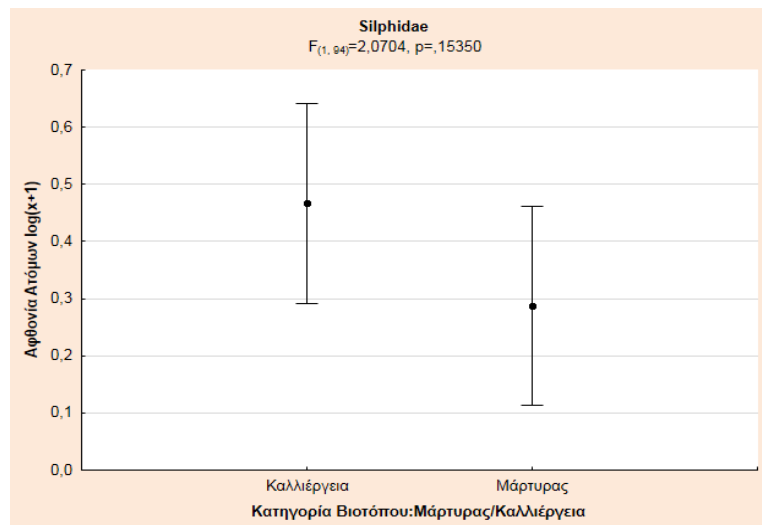


Εικόνα 2.4.4. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Silphidae ανά βιότοπο

biot	silp Mean	1	2	3	4
mak	0,000000	****			
fav	0,000000	****			
vik	0,025086	****			
phr	0,100343	****	****		
kri	0,270253	****	****		
thn	0,353690		****		
med	0,698016			****	
vin	1,570619				****

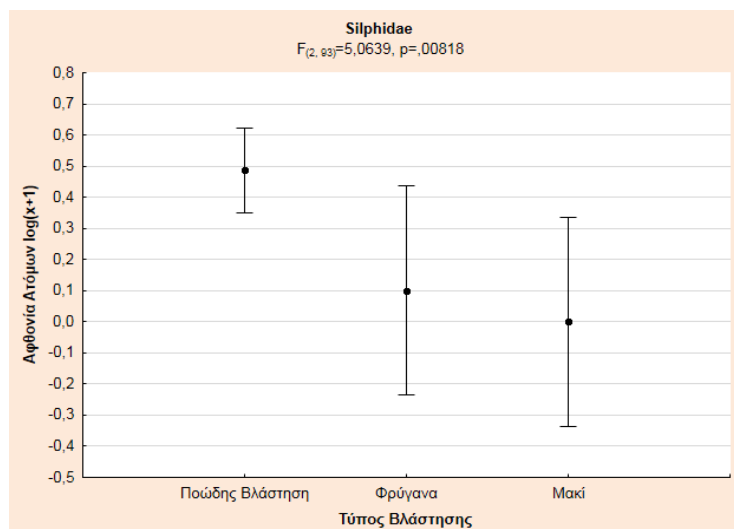
Πίνακας 2.4.4. Ομαδοποίηση των σταθμών βάσει της post hoc δοκιμής LSD της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Silphidae ανά βιότοπο

Παρατηρούμε ότι ο παράγοντας της καλλιέργειας δεν έπαιξε σημαντικό ρόλο στις κατανομές της οικογένειας Silphidae εφόσον δεν σημειώνεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ειδών βιοτόπου. (Εικόνα 2.4.5)



Εικόνα 2.4.5. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Silphidae με βάση το είδος του βιοτόπου: μάρτυρας ή καλλιέργεια

Τέλος λόγω του ότι η καλλιέργεια της βύνης φιλοξένησε την πλειονότητα των ατόμων της οικογένειας Silphidae, είναι λογικό οι σταθμοί με ποώδη βλάστηση να εμφανίζουν τις μεγαλύτερες μέσες τιμές αφθονίας σε σχέση με τους άλλους δύο τύπους εδαφοκάλυψης (Εικόνα 2.4.6).



Εικόνα 2.4.6. Μέσες τιμές (log) με διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) της αφθονίας των ατόμων της οικογένειας Silphidae με βάση τον τύπο κάλυψης

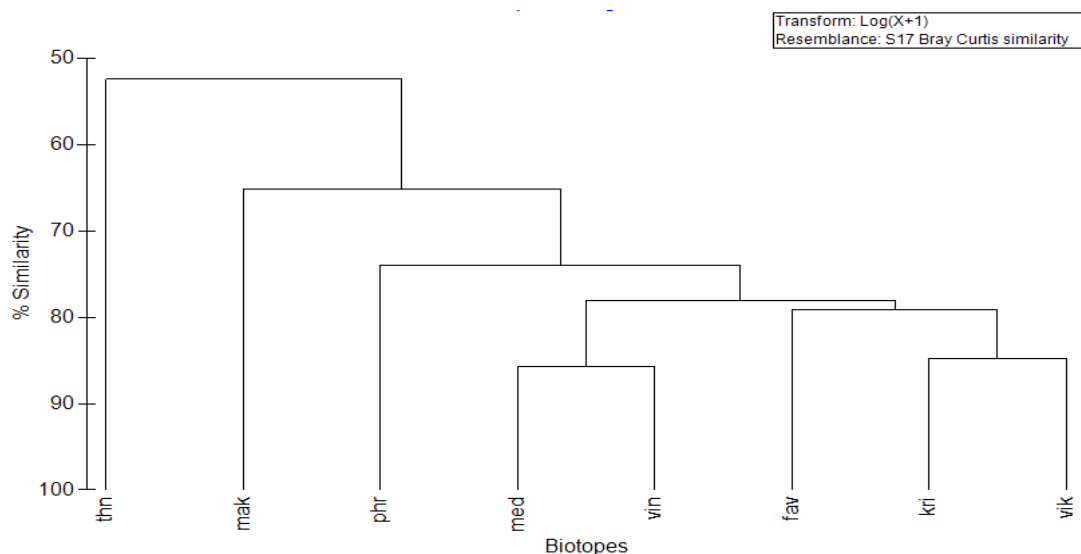
Εν κατακλείδι η οικογένεια Scarabaeidae δεν εμφάνισε κάποιο σαφές πρότυπο για τις βιοτοπικές προτιμήσεις των ειδών της. Σε γενικές γραμμές όμως προτιμήθηκαν οι σταθμοί των μαρτύρων σε σχέση με τις καλλιεργούμενες εκτάσεις. Παρ' όλα αυτά τα περισσότερα άτομα εντοπίστηκαν στην καλλιέργεια της φάβας. Σε αντίθεση με την Scarabaeidae, η οικογένεια Silphidae απαντήθηκε κυρίως στην καλλιέργεια της βύνης αποδεικνύοντας πιο εξειδικευμένες απαιτήσεις ως προς τις βιοτοπικές προτιμήσεις.

2.5 Σύνοψη των ειδών

Για τη μελέτη της κατανομής των ειδών των εδαφικών Carabidae και Tenebrionidae στους διάφορους τύπους βιοτόπου, πραγματοποιήθηκε Ανάλυση Ομαδοποίησης (Cluster Analysis). Η μελέτη της δομής και της ποικιλότητας των βιοκοινοτήτων των διαφορετικών τύπων βιοτόπου έγινε με Μη Μετρική Πολυδιάστατη Ανάλυση (NMDS) και για τη μελέτη των συναθροίσεων τους χρησιμοποιήθηκε η Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA). Τόσο στην Ανάλυση Ομαδοποίησης όσο και στην Μη Μετρική Πολυδιάστατη Ανάλυση, οι ομάδες βασίστηκαν στο δείκτη ανομοιότητας Bray-Curtis. Για τον έλεγχο των διαφορών στη σύνθεση των ειδών μεταξύ των διαφορετικών βιοτόπων που προκύπτουν από την ανάλυση NMDS, χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία της Ανάλυσης της Ομοιότητας (ANOSIM). Για να αποκαλυφθεί η συσχέτιση των περιβαλλοντικών παραμέτρων που εξετάσαμε στο πείραμα σε σχέση με τη δομή των βιοκοινοτήτων των ειδών Tenebrionidae και Carabidae στους διάφορους τύπους βιοτόπου, πραγματοποιήθηκε Ανάλυση Πλεονασμού (RDA ανάλυση).

2.5.1 Σύνοψη των ειδών της Οικογένειας Tenebrionidae

Σύμφωνα με την Ανάλυση Ομαδοποίησης, οι θίνες ήταν ο βιότοπος που διαφοροποιήθηκε περισσότερο από όλους ως προς τη σύνθεση των ειδών της οικογένειας Tenebrionidae (Εικόνα 2.5.1). Επομένως συμπεραίνουμε ότι οι βιότοποι με ιλυώδες εδαφικό υπόστρωμα διαχωρίστηκαν από τους αμμώδεις. Στους βιότοπους που χαρακτηρίζονται από ιλυώδη εδάφη πιο στενή σχέση παρατηρήθηκε μεταξύ της καλλιέργειας βύνης και του λιβαδιού και αμέσως μετά μεταξύ του βίκου και του κριθαριού. Άρα τα λιβάδια και οι καλλιέργειες, με την ποώδη βλάστηση, διαφοροποιήθηκαν σε μικρό βαθμό ενώ αντίθετα η μακία βλάστηση και τα φρύγανα ήταν αυτοί που διαφοροποιήθηκαν περισσότερο ως προς τη σύνθεσή τους.



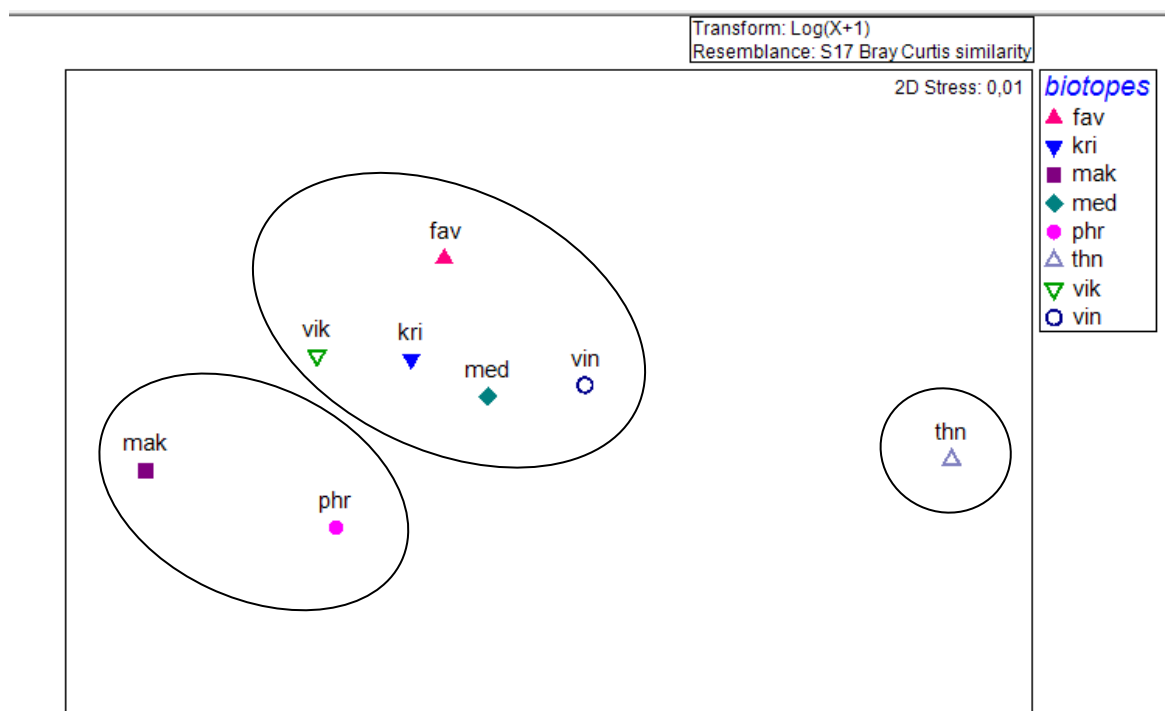
Εικόνα 2.5.1. Ανάλυση ομαδοποίησης των τύπων βιοτόπου βάσει δεδομένων της αφθονίας των ειδών Tenebrionidae στην Άνδρο (δείκτης ομοιότητας Bray-Curtis, group average)

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της Ανάλυσης Ομαδοποίησης στους διαφορετικούς τύπους βιοτόπου φαίνεται ότι ο κύριος παράγοντας διαχωρισμού των τύπων βιοτόπου ως προς τη σύνθεση των ειδών της οικογένειας Tenebrionidae αποτελεί ο τύπος του εδάφους ενώ σημαντικό ρόλο έπαιξε και ο τύπος βλάστησης.

2.5.2 Ανάλυση των διαφορετικών τύπων βιοτόπου

Οικογένεια Tenebrionidae

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της Πολυδιάστατης Ανάλυσης στο νησί, οι βιότοποι διαφοροποιούνται σε 3 ομάδες με βάση τη σύνθεση των ειδών της οικογένειας Tenebrionidae. Πιο συγκεκριμένα η μία ομάδα είναι αυτή που περιέχει τους βιότοπους με τη μακία βλάστηση και τα φρύγανα, η άλλη ομάδα με όλες τις καλλιέργειες και τα λιβάδια και η 3^η ομάδα αυτή που περιέχει τις θίνες. Μεταξύ των τριών ομάδων, οι σταθμοί των θινών έχουν μεγαλύτερη απόσταση και κατά συνέπεια εμφανίζουν τη μεγαλύτερη διαφοροποίηση στην σύνθεση των ειδών τους σε σχέση με τους υπόλοιπους (Εικόνα 2.5.2.1). Η εικόνα αυτή συμβαδίζει με τα αποτελέσματα της Ανάλυσης Ομαδοποίησης που πραγματοποιήθηκε παραπάνω και μας έδειξε ότι ο βιότοπος των θινών με το αμμώδες υπόστρωμα, διαφοροποιήθηκε σε μεγάλο βαθμό από τους υπόλοιπους βιότοπους που χαρακτηρίζονται από ιλυώδες εδαφικό υπόστρωμα.

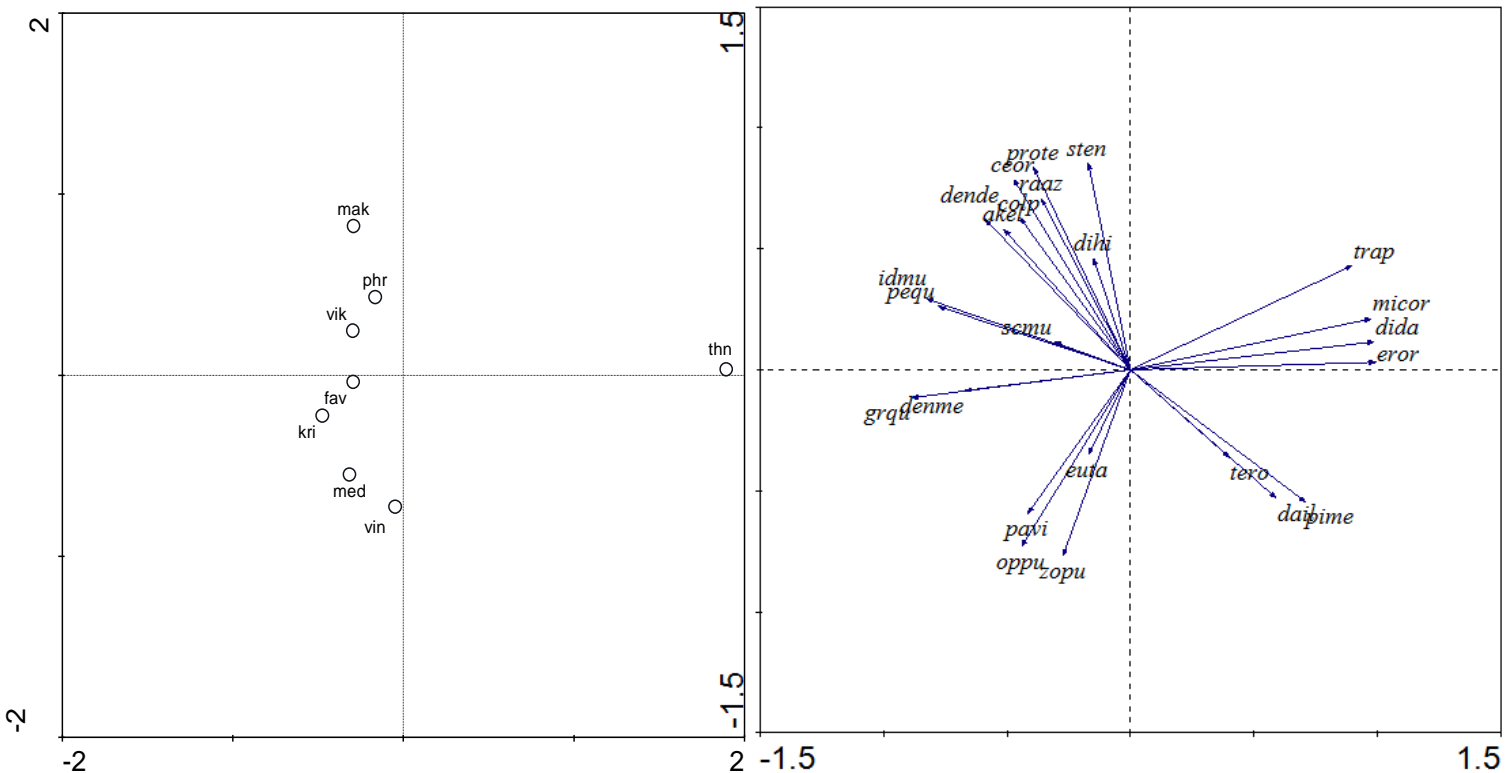


Εικόνα 2.5.2.1. Η διάταξη των βιοτόπων της Ανδρου στους δύο πρώτους άξονες της Μη Μετρικής Πολυδιάστατης Ανάλυσης (NMDS) για τα δεδομένα της αφθονίας των ειδών της οικογένειας Tenebrionidae (λογαριθμικές τιμές, δείκτης ομοιότητας Bray-Curtis)

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της Ανάλυσης Κύριων Συνιστωσών για την περίπτωση της οικογένειας Tenebrionidae, οι δύο πρώτοι άξονες ερμήνευσαν το 75% της συνολικής διακύμανσης (Πίνακας 2.5.2.A). Ο πρώτος άξονας ερμήνευσε το 52,4% και διαχώρισε τους βιότοπους βάσει του εδαφικού υποστρώματος (Εικόνα 2.5.2.2). Διαχώρισε δηλαδή τους αμμώδεις σταθμούς των θινών, από τους σταθμούς

με χώμα. Ο δεύτερος άξονας δεν διαχώρισε τους βιότοπους με κάποιο σαφές οικολογικό ή γεωγραφικό πρότυπο, παρ' όλα αυτά υπάρχει μια τάση διαχωρισμού των βιοτόπων με βάση τον τύπο βλάστησης. Αυτό δεν είναι απόλυτο γιατί στα φρύγανα έχει πλησιάσει η καλλιέργεια του βίκου. Σε γενικές γραμμές όμως οι βιότοποι με ποώδη βλάστηση είναι διαφοροποιημένοι από τη φρυγανική και τη μακία βλάστηση.

Τα αποτελέσματα της Ανάλυσης Κύριων Συνιστωσών για τα είδη της οικογένειας Tenebrionidae εξηγούν την κατανομή των ειδών που συλλέχθηκαν στην παρούσα μελέτη. Κατά μήκος του πρώτου άξονα, διαχωρίζονται τα είδη που κατανέμονται κυρίως στα αμμοθινικά συστήματα από αυτά που κατανέμονται στα ιλυώδη εδάφη. Χαρακτηριστικά είδη των αμμοθινικών εδαφών είναι τα *Dichoma dardanum*, *Dailognatha* sp, *Erodius orientalis*, *Pimelia* sp και *Micrositus orbicularis*. Στο χώμα αντίθετα, χαρακτηριστικά είδη που σημειώθηκαν ήταν το *Pachyscelis villosa*, το *Graecopachys quadricollis* και το *Pedinus quadratus*. Ως προς τον δεύτερο άξονα θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι διαχωρίζονται τα είδη των μεσογειακών διαπλάσεων στο πάνω μισό του δεύτερου άξονα, από τα είδη που προτιμούν τα ποώδη συστήματα. Η πολυπληθέστερη ομάδα είναι αυτή που αντιστοιχεί στη φρυγανική και μακία βλάστηση.

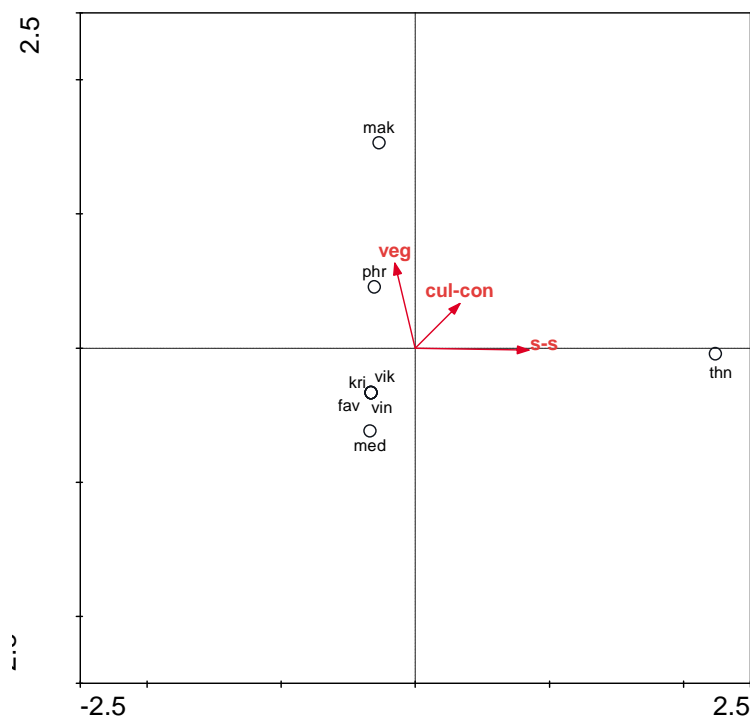


Εικόνα 2.5.2.2. Οι δύο πρώτοι άξονες της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (PCA) για τους 8 τύπους βιοτόπου και της θέσης των ειδών τους βάσει δεδομένων αφθονίας ατόμων (λογαριθμικές τιμές) των ειδών της οικογένειας Tenebrionidae

**** Summary ****					
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	: 0.524	0.225	0.103	0.075	1.000
Cumulative percentage variance of species data	: 52.4	75.0	85.2	92.7	
Sum of all eigenvalues					1.000
[Sat Sep 05 13:55:40 2020] CANOCO call succeeded					

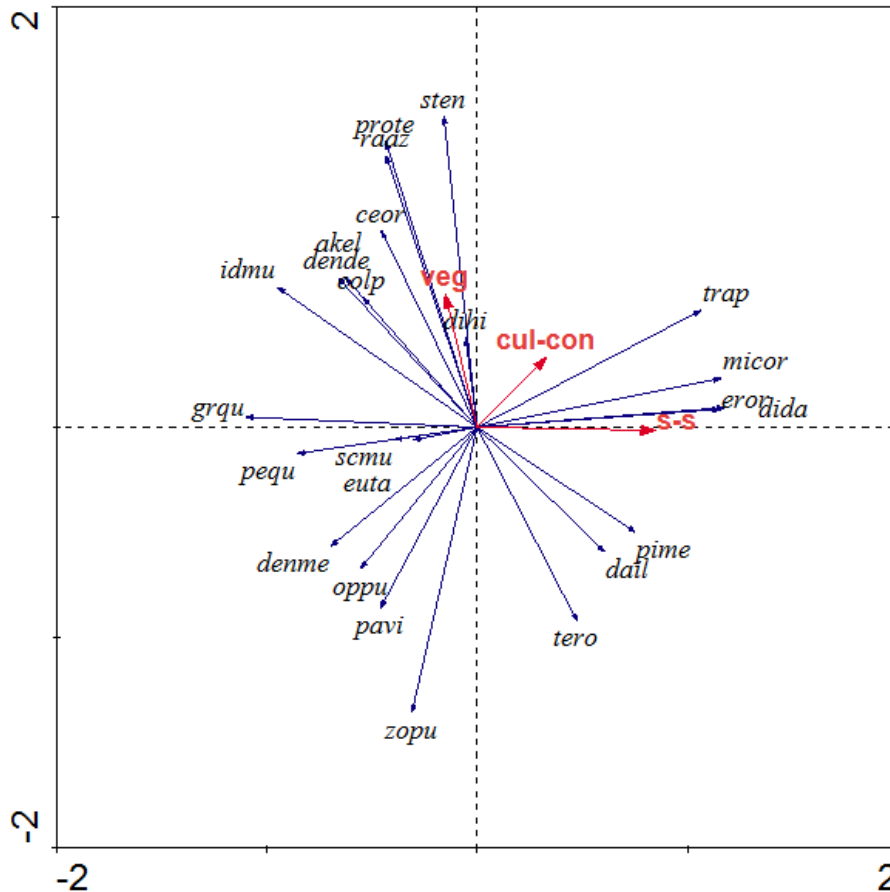
Πίνακας 2.5.2.Α. Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών για τους βιότοπους βάσει δεδομένων αφθονίας ατόμων (λογαριθμικές τιμές) των ειδών της οικογένειας Tenebrionidae

Τα αποτελέσματα από την Ανάλυση Πλεονασμού (RDA) είναι παρόμοια με αυτά που προέκυψαν από την Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών που αναρτήθηκαν παραπάνω. Οι συναθροίσεις των Tenebrionidae διαχωρίστηκαν σε 3 ομάδες από 3 περιβαλλοντικές μεταβλητές (Εικόνα 2.5.2.3). Ο πρώτος άξονας συσχετίζεται με τον τύπο του εδάφους (s-s, $F=6,305$, $p=0,0020$), δηλαδή αν είναι αμμώδες ή ιλυώδες. Έτσι κατά μήκος του 1^{ου} άξονα διαχωρίζονται οι αμμώδεις σταθμοί των θινών, από τους σταθμούς με χώμα, δηλαδή όλους τους υπόλοιπους. Παρατηρώντας το μήκος του βέλους S-S βλέπουμε ότι είναι το μεγαλύτερο σε σχέση με τα άλλα δύο, επομένως επαληθεύεται ότι ο παράγοντας του τύπου του εδάφους είναι ο κυριότερος παράγοντας που καθορίζει τη δομή των συναθροίσεων των Tenebrionidae. Ο δεύτερος άξονας διαχωρίζει τους βιότοπους σε σχέση με τον τύπο βλάστησης (veg, $F=2,794$, $p=0,0240$). Από τη μία έχουμε τα φρύγανα και τα μακί και από την άλλη τις καλλιέργειες, τις θίνες και τα λιβάδια, δηλαδή τα ποώδη φυτά. Το δεύτερο σε μήκος βέλος είναι όντως το veg, που σημαίνει ότι το είδος της βλάστησης που επικρατεί σε κάθε βιότοπο, είναι ο δεύτερος παράγοντας σε σειρά που παίζει καθοριστικό ρόλο στη δομή των συναθροίσεων της οικογένειας. Η επίδραση της καλλιεργητικής διαδικασίας (cul-con, $F=0,715$, $p=0,5860$) είναι αυτή που παίζει το μικρότερο ρόλο, όχι στατιστικά σημαντικό, στη βιοκοινότητα.



Εικόνα 2.5.2.3. Η διάταξη των τύπων βιοτόπου βάσει της αφθονίας των Tenebrionidae (λογαριθμικές τιμές) στους δύο πρώτους άξονες της Ανάλυσης Πλεονασμού (RDA). Τα βέλη των περιβαλλοντικών μεταβλητών έχουν ως εξής: s-s = χώμα-άμμος, veg = τύπος βλάστησης, cul-con = καλλιέργεια-μάρτυρας. Το μέγεθος κάθε βέλους αποδίδει τη σημαντικότητα της αντίστοιχης μεταβλητής

Σε αντιστοιχία με τους βιότοπους, παρατηρούμε ότι τα είδη της οικογένειας Tenebrionidae που εντοπίστηκαν στις αμμοθίνες διαχωρίστηκαν αρκετά σε σχέση με τα υπόλοιπα (Εικόνα 2.5.2.4). Από την άλλη πλευρά του πρώτου άξονα αντίθετα, κατανέμονται τα είδη που σχετίζονται θετικά με τα ιλυώδη εδάφη. Σύμφωνα με τον δεύτερο άξονα, διαχωρίζονται κατά κάποιον τρόπο τα είδη που είναι χαρακτηριστικά των μεσογειακών τύπων βιοτόπου από τα υπόλοιπα, χωρίς όμως να ακολουθείται σαφές πρότυπο.



Εικόνα 2.5.2.4. Απεικόνιση στους δύο πρώτους άξονες της Ανάλυσης Πλεονασμού (RDA), της θέσης των ειδών της οικογένειας Tenebrionidae σε σχέση με τις περιβαλλοντικές παραμέτρους

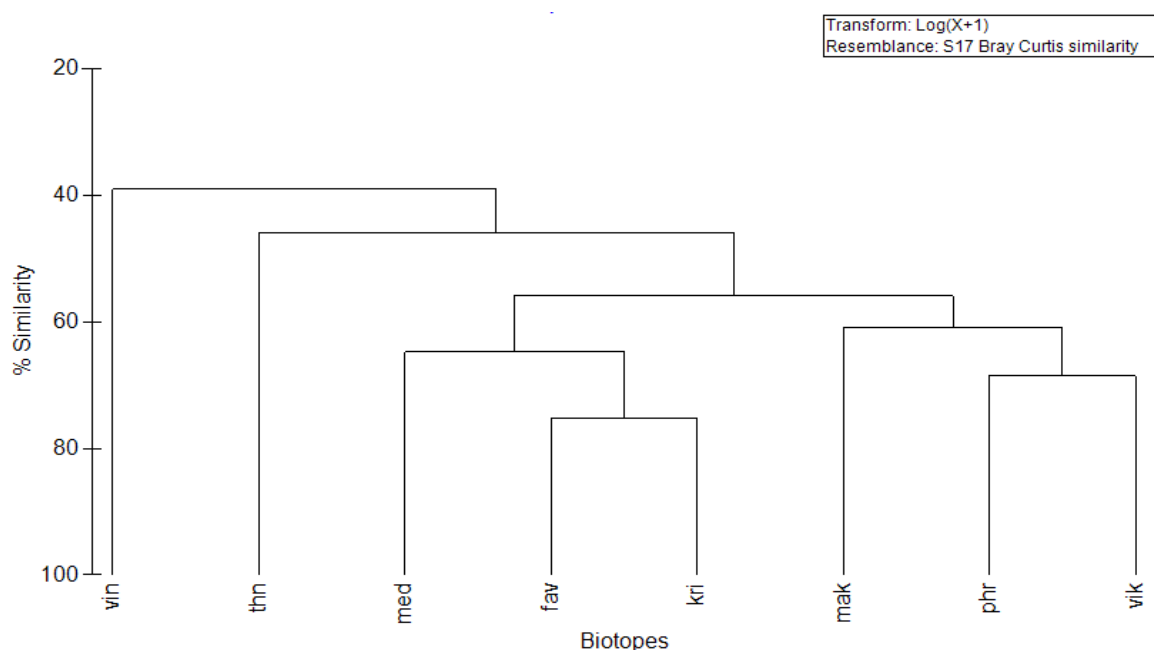
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.513	0.178	0.044	0.125	1.000
Species-environment correlations	0.990	0.926	0.746	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	51.3	69.0	73.5	85.9	
of species-environment relation:	69.8	93.9	100.0	0.0	
Sum of all eigenvalues					1.000
Sum of all canonical eigenvalues					0.735

The first three eigenvalues reported above are canonical, the fourth is not since only three independent constraints can be formed from the environmental variables.

Πίνακας 2.5.2.B. Ανάλυση Πλεονασμού (RDA), για τους βιότοπους βάσει δεδομένων αφθονίας ατόμων (λογαριθμικές τιμές) των ειδών της οικογένειας Tenebrionidae

2.6 Σύνθεση των ειδών της Οικογένειας Carabidae

Στην Ανάλυση Ομαδοποίησης με βάση τα είδη της οικογένειας Carabidae, η καλλιέργεια της βύνης διαφοροποιήθηκε περισσότερο από όλους τους υπόλοιπους βιοτόπους (Εικόνα 2.6.1). Ουσιαστικά στην ομάδα που ανήκουν όλοι οι υπόλοιποι παρατηρούμε ότι πιο στενή σύνδεση παρατηρήθηκε μεταξύ των καλλιεργειών φάβας και κριθαριού και αμέσως μετά μεταξύ των φρυγάνων και της καλλιέργειας του βίκου, ενώ οι θίνες αποτελούν τον βιότοπο που διαφοροποιείται περισσότερο από κάθε άλλο στην ομάδα αυτή. Ο λόγος που υπάρχει αυτή η στενή σύνδεση μεταξύ των φρυγάνων και του βίκου, παρόλο που είναι τόσο διαφορετικοί βιότοποι, είναι επειδή αποτελούν την καλλιέργεια με τον αντίστοιχο μάρτυρα δίπλα σε αυτή.



Εικόνα 2.6.1. Ανάλυση ομαδοποίησης των τύπων βιοτόπων βάσει δεδομένων της αφθονίας των ειδών Carabidae στην Άνδρο (δείκτης ομοιότητας Bray-Curtis, group average)

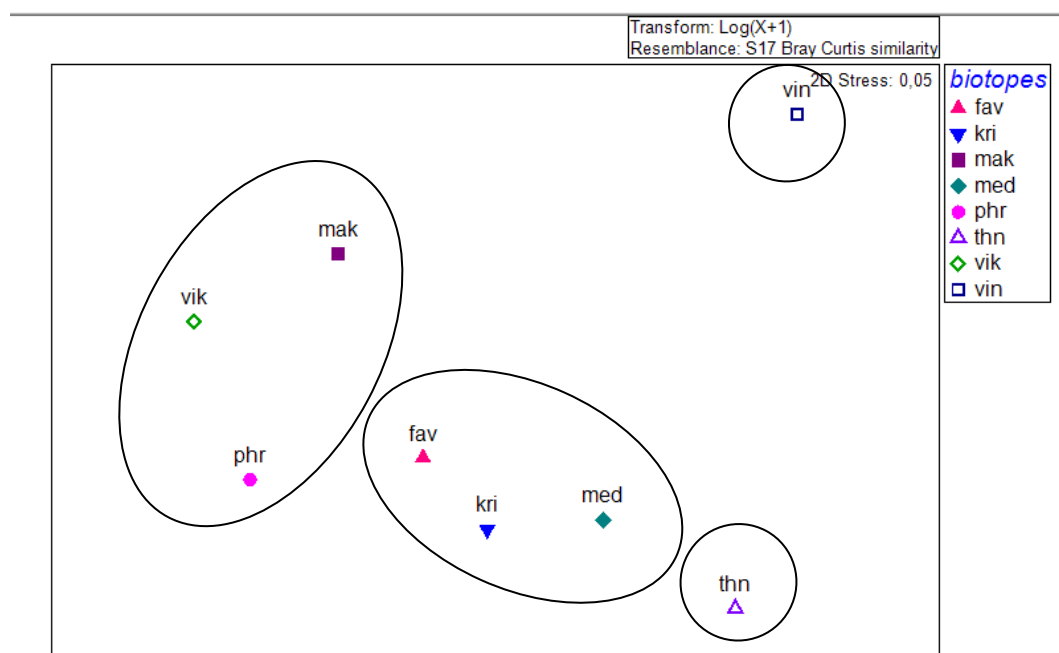
Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της Ανάλυσης Ομαδοποίησης στους διαφορετικούς τύπους βιοτόπου δεν εμφανίζεται κάποιο σαφές πρότυπο διαχωρισμού των βιοτόπων. Παρ' όλα αυτά φαίνεται μια τάση διαχωρισμού των τύπων βιοτόπου, ως προς τη σύνθεση των ειδών της οικογένειας Carabidae, σε σχέση με τον τύπο βλάστησης ενώ για την οικογένεια Tenebrionidae η διάκριση έγινε μεταξύ ιλυωδών τύπων και αμμώδων τύπων βιοτόπου.

2.6.1 Ανάλυση των διαφορετικών τύπων βιοτόπου

Οικογένεια Carabidae

Το πρότυπο της ομαδοποίησης που παράγεται από τη Πολυδιάστατη Ανάλυση για τους βιοτόπους με βάση τη σύνθεση των ειδών της οικογένειας Carabidae είναι διαφορετικό από αυτό της οικογένειας Tenebrionidae. Οι βιότοποι διαφοροποιούνται σε 4 ομάδες με βάση τη σύνθεση των ειδών. Αναλυτικότερα η μία ομάδα είναι αυτή που περιέχει τις καλλιέργειες της φάβας και του κριθαριού καθώς και το λιβάδι και η οποία διαχωρίστηκε από την ομάδα με τη μακία και φρυγανική βλάστηση. Αυτό μας

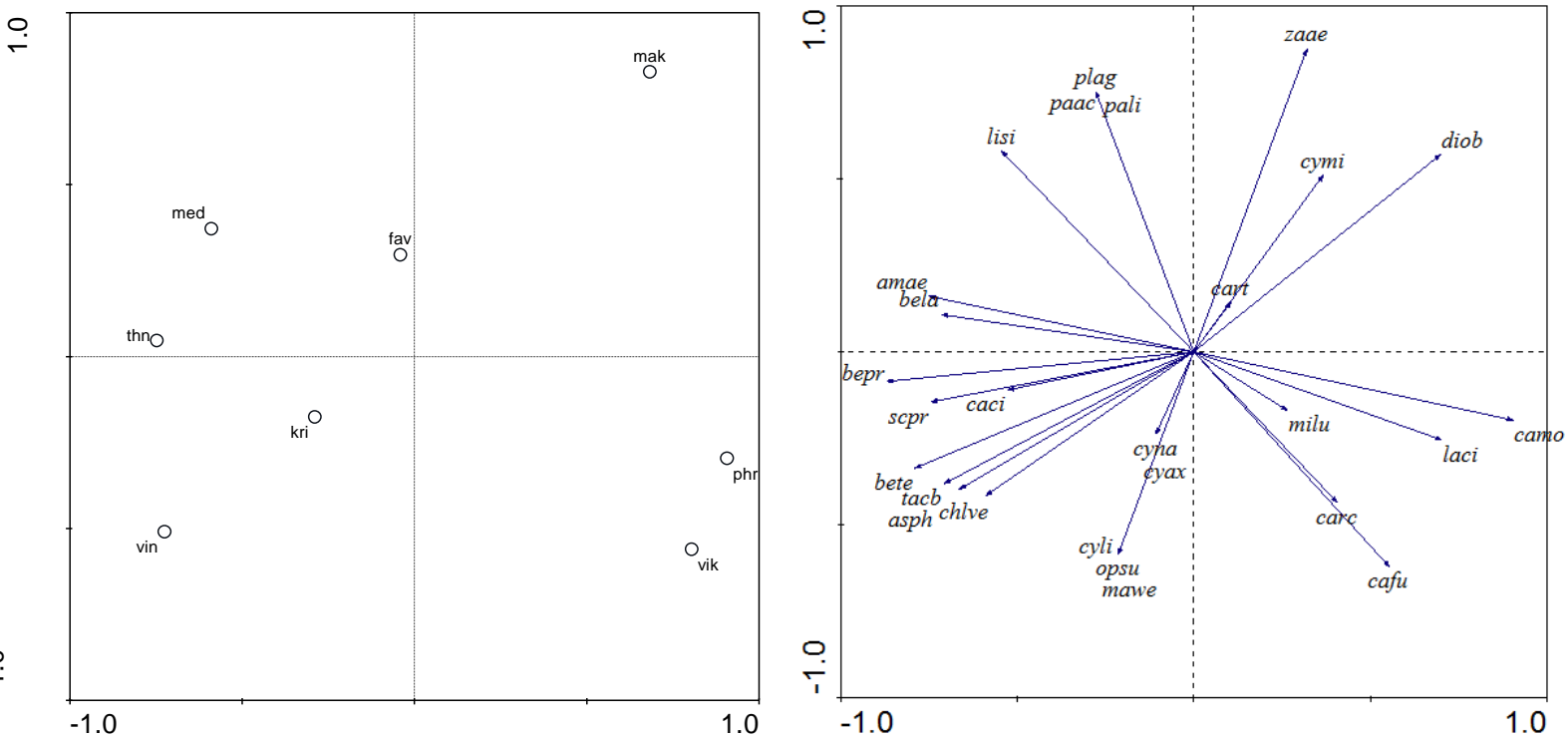
δείχνει ότι σε γενικές γραμμές, οι βιότοποι που χαρακτηρίζονται από ποώδη βλάστηση ομαδοποιήθηκαν μεταξύ τους σε σχέση με τις μεσογειακές διαπλάσεις. Εξαιρετική βέβαια αποτέλεσε η καλλιέργεια του βίκου που ομαδοποιήθηκε με τη μακία και φρυγανική βλάστηση. Η 3^η ομάδα που σχηματίζεται είναι αυτή των αμμοθινικών συστημάτων που βρίσκεται αρκετά κοντά στην ομάδα των καλλιεργειών-λιβαδιών. Τέλος, αρκετά απομακρυσμένα, παρατηρείται η καλλιέργεια της βύνης, που αποτέλεσε μόνη της μια 4^η ομάδα, αρκετά διαφοροποιημένη από όλες τις υπόλοιπες (Εικόνα 2.6.1.1), κάτι που το είδαμε και στην Ανάλυση Ομαδοποίησης.



Εικόνα 2.6.1.1. Η διάταξη των βιοτόπων της Άνδρου στους δύο πρώτους άξονες της Πολυδιάστατης Ανάλυσης (MDS) για τα δεδομένα της αφθονίας των ειδών της οικογένειας Carabidae (λογαριθμικές τιμές, δείκτης ομοιότητας Bray-Curtis)

Τα αποτελέσματα της Ανάλυσης Κύριων Συνιστωσών για την περίπτωση της οικογένειας Carabidae μας έδειξαν ότι οι δύο πρώτοι άξονες ερμήνευσαν το 63.2% της συνολικής διακύμανσης (Πίνακας 2.6.1.A). Ο πρώτος άξονας ερμήνευσε το 43.1% και διαχωρίζει τους βιότοπους βάσει του τύπου βλάστησης που επικρατεί (Εικόνα 2.6.1.2). Πιο συγκεκριμένα διαχωρίζονται οι καλλιέργειες, οι θίνες και το λιβάδι, που είναι συστήματα ποώδους βλάστησης, από τους βιότοπους που έχουν φρυγανική και μακία βλάστηση. Ο δεύτερος άξονας κατά κάποιον τρόπο διαχωρίζει τους βιότοπους με βάση το αν είναι μάρτυρες ή καλλιέργειες. Και σε αυτή την περίπτωση βέβαια υπάρχουν αποκλίσεις από τη στιγμή που η φάβα έχει μια τάση προς τους μάρτυρες και τα φρύγανα προς τις καλλιέργειες αντίστοιχα.

Όσον αφορά τις προτιμήσεις των ειδών της οικογένειας Carabidae, ως προς τον πρώτο άξονα διαχωρίστηκαν τα είδη που κατανέμονται κυρίως στα φρυγανικά και μακί συστήματα από τα είδη που προτιμούν την ποώδη βλάστηση που απαντάται στις καλλιέργειες, στα εγκαταλελειμμένα λιβάδια και στα αμμοθινικά συστήματα. Χαρακτηριστικά είδη της μακίας βλάστησης ήταν το *Zabrus aegaeus* και το *Dixus obscurus* ενώ των φρυγάνων ήταν το *Calathus mollis*. Αντίθετα, αντιπροσωπευτικά είδη της ποώδους βλάστησης ήταν τα *Liccinus silphoides*, *Chlaenius vestitus*, *Bembidion lampros* και *Scarites procerus*. Σε σχέση με τον δεύτερο άξονα, παρατηρείται ότι τα περισσότερα είδη εντοπίστηκαν στα καλλιεργημένα εδάφη σε σύγκριση με αυτά που αποτέλεσαν μάρτυρες του πειράματος.



Εικόνα 2.6.1.2. Οι δύο πρώτοι άξονες της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών (PCA) για τους 8 τύπους βιοτόπου και της θέσης των ειδών τους βάσει δεδομένων αφθονίας ατόμων (λογαριθμικές τιμές) των ειδών της οικογένειας Carabidae

```

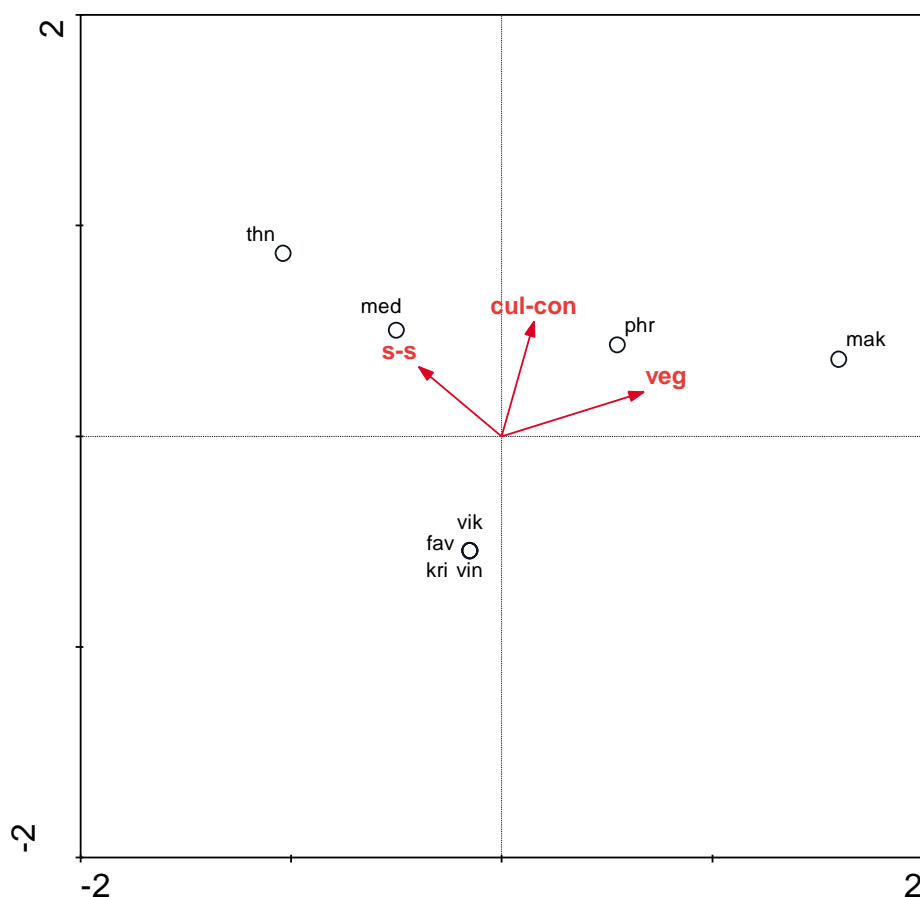
**** Summary ****

Axes                1      2      3      4  Total variance
Eigenvalues         :  0.431  0.201  0.152  0.103      1.000
Cumulative percentage variance
of species data    :  43.1   63.2   78.4   88.7
Sum of all eigenvalues                                1.000
[Sat Sep 05 13:23:02 2020] CANOCO call succeeded
  
```

Πίνακας 2.6.1.A :Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών για τους βιοτόπους βάσει δεδομένων αφθονίας ατόμων (λογαριθμικές τιμές) των ειδών της οικογένειας Carabidae

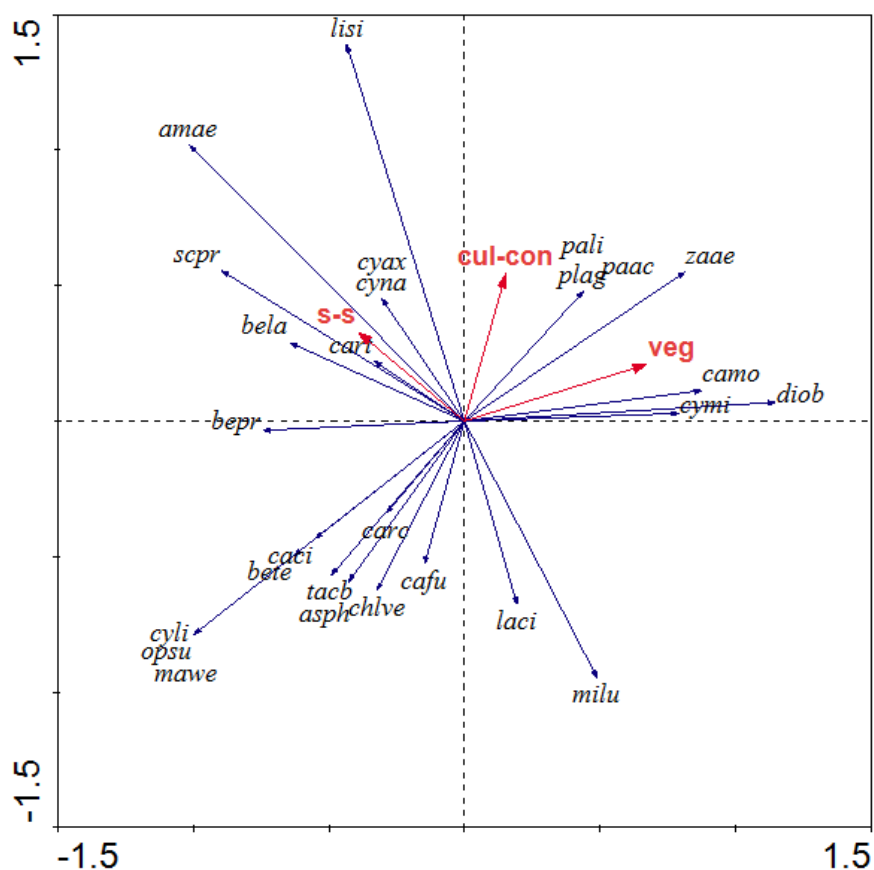
Τα αποτελέσματα από την Ανάλυση Πλεονασμού (RDA) είναι παρόμοια με αυτά που προέκυψαν από την Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών. Οι συναθροίσεις των Carabidae διαχωρίστηκαν σε 3 ομάδες από 3 περιβαλλοντικές μεταβλητές (Εικόνα 2.6.1.3). Ο πρώτος άξονας έχει διαχωρίσει τους βιότοπους με βάση τον τύπο βλάστησης (veg, $F=2,074$, $p=0,0720$). Παρατηρούμε ότι από τη μία πλευρά τοποθετούνται τα ενδιαιτήματα στα οποία κυριαρχεί η ποώδης βλάστηση ενώ από την άλλη η μακία και η φρυγανική βλάστηση που έχουν μεγαλύτερη εδαφοκάλυψη. Αυτός είναι και ο λόγος που το βέλος veg είναι και το μεγαλύτερο σε μήκος. Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι ο παράγοντας του τύπου βλάστησης είναι

αυτός που επηρεάζει περισσότερο από κάθε άλλο τη δομή των συναθροίσεων των Carabidae. Ο δεύτερος άξονας έχει χωρίσει τους βιότοπους σε καλλιέργειες και μάρτυρες (cul-con, $F=0,945$, $p=0,4760$). Η επίδραση της καλλιέργειας είναι ο δεύτερος παράγοντας, όχι στατιστικά σημαντικός, που επιδρά στις συναθροίσεις της οικογένειας. Το βέλος s-s είναι το μικρότερο σε μήκος που σημαίνει ότι πολύ μικρή, όχι στατιστικά σημαντική, επίδραση έχει ο τύπος του εδαφικού υποστρώματος (s-s, $F=0,515$, $p=0,6360$).



Εικόνα 2.6.1.3. Η διάταξη των τύπων βιοτόπων βάσει της αφθονίας των Carabidae (λογαριθμικές τιμές) στους δύο πρώτους άξονες της Ανάλυσης Πλεονασμού (RDA). Τα βέλη των περιβαλλοντικών μεταβλητών έχουν ως εξής: s-s = χώμα-άμμος, veg = τύπος βλάστησης, cul-con = καλλιέργεια-μάρτυρας. Το μέγεθος κάθε βέλους αποδίδει τη σημαντικότητα της αντίστοιχης μεταβλητής

Τα είδη της οικογένειας Carabidae διαχωρίστηκαν σε τρεις ομάδες στους δύο πρώτους άξονες της ανάλυσης RDA (Εικόνα 2.6.1.4). Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει τα είδη που προτιμούν του μεσογειακού τύπου ενδιαιτήματα, δηλαδή τις φρυγανικές και τις μακί διαπλάσεις. Οι άλλες δύο ομάδες σημειώνονται στις ποώδεις βλαστήσεις. Η μία ομάδα εξ αυτών περιλαμβάνει τα είδη που κατανέμονται κυρίως σε βιότοπους που δεν έχουν υποστεί καλλιέργεια και η άλλη σε ποώδη ενδιαιτήματα που είναι καλλιεργημένα.



Εικόνα 2.6.1.4: Απεικόνιση στους δύο πρώτους άξονες της Ανάλυσης Πλεονασμού (RDA), της θέσης των ειδών της οικογένειας Carabidae σε σχέση με τις περιβαλλοντικές παραμέτρους

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.286	0.098	0.062	0.293	1.000
Species-environment correlations	0.887	0.824	0.927	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	28.6	38.4	44.6	73.9	
of species-environment relation:	64.1	86.1	100.0	0.0	
Sum of all eigenvalues					1.000
Sum of all canonical eigenvalues					0.446

The first three eigenvalues reported above are canonical, the fourth is not since only three independent constraints can be formed from the environmental variables.

Πίνακας 2.6.1.B :Ανάλυση Πλεονασμού (RDA), για τους βιοτόπους βάσει δεδομένων αφθονίας ατόμων (λογαριθμικές τιμές) των ειδών της οικογένειας Carabidae

3. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η σύνθεση και η δομή της βλάστησης καθώς και ο τύπος του εδαφικού υποστρώματος, είναι οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν τη δομή και τη σύνθεση των βιοκοινοτήτων των οικογενειών Tenebrionidae και Carabidae (Marcuzzi, 1964, Sheldon et al., 1984, Krasnov et al., 1998, Dajoz, 2002, De Los Santos et al., 2000), κάτι που επαληθεύτηκε και από την παρούσα εργασία. Αντίθετα η απόκριση των οργανισμών σε οργανικές καλλιεργητικές πρακτικές διαχείρισης έναντι των φυσικών οικοσυστημάτων, φάνηκε να επηρεάζεται πολύ λιγότερο σε σύγκριση με τους άλλους δύο παράγοντες που αποτελούν χαρακτηριστικά του ενδιαίτηματος. Επιπλέον σε κάποιες περιπτώσεις σημαντικό ρόλο φάνηκε να έχουν οι γειτνιάζουσες περιοχές των καλλιεργητικών εκτάσεων, που αποτέλεσαν τους μάρτυρες του πειράματος και που λειτούργησαν ως πηγές τροφοδότησης των καλλιεργειών με είδη, επηρεάζοντας τη δομή και της σύνθεση της εδαφοπανίδας τους. Τέλος παρατηρήθηκαν επί μέρους διαφοροποιήσεις στα πρότυπα κατανομής των δύο οικογενειών, τα οποία σχετίζονται με τις οικολογικές απαιτήσεις των ομάδων και τη διαφορετική φυσική τους ιστορία.

Τα συμβατικά συστήματα καλλιέργειας, όπου τα φυτά υφίστανται επίδραση από ανόργανα λιπάσματα, μυκητοκτόνα, ζιζανιοκτόνα και εντομοκτόνα, επηρεάζουν τα αρθρόποδα του εδάφους δυσμενώς με δύο τρόπους. Άμεσα μέσω της τοξικότητας που προκαλούν και έμμεσα μειώνοντας τη διαθεσιμότητα της τροφής και την ποιότητα του ενδιαίτηματος (Kromp, 1999; Holland and Luff, 2000). Αντίθετα η βιολογική γεωργία μπορεί να συμβάλει στην προστασία της βιοποικιλότητας (Dritschilo and Erwin, 1982; Paoletti, 1995; The Soil Association, 2000; Hynönen et al., 2003). Επιπλέον, οι βιολογικές καλλιέργειες είναι συνήθως πιο ετερογενείς ως προς την πυκνότητα και τους ρυθμούς ανάπτυξης τους, σε σύγκριση με τις συμβατικές. Έτσι μπορούν και παρέχουν ένα ποικίλο εύρος περιβαλλοντικών συνθηκών, κατάλληλο για ποικιλία ειδών (Idinger & Kromp 1997). Με αυτή τη λογική θα μπορούσε μια οργανική καλλιέργεια να παρουσιάζει ίδια ποικιλότητα ειδών με ένα φυσικό οικοσύστημα. Πράγματι στην παρούσα μελέτη, οι βιότοποι των καλλιεργειών φιλοξένησαν παραπλήσιες τιμές αριθμού ειδών με τους μάρτυρες. Μάλιστα τόσο στην περίπτωση της οικογένειας Tenebrionidae όσο και στην οικογένεια Carabidae, σημειώθηκαν κάποιοι σταθμοί καλλιεργειών με μεγαλύτερο αριθμό ειδών από κάποια φυσικά ενδιαιτήματα.

Οι διάφορες ομάδες Κολεοπτέρων όπως τα είδη των οικογενειών Carabidae και Tenebrionidae επωφελούνται από τις υψηλές πηγές τροφής των σπόρων των ζιζανίων και από την μεγαλύτερη αφθονία λείας που είναι διαθέσιμη λόγω των ασπονδύλων που σχετίζονται με τις βιολογικές καλλιέργειες (Basedow, 1994; Hokkanen and Holopainen, 1986). Πέρα από την απουσία φυτοφαρμάκων άρα και ζιζανιοκτόνων, ένα επιπλέον χαρακτηριστικό των καλλιεργειών του πειράματος, ήταν η παρουσία αυτοφυούς βλάστησης σε αυτές. Οι σπόροι και το φύλλωμα των ζιζανίων αποτέλεσαν πηγή τροφής για τα φυτοφάγα και σποροφάγα Κολεόπτερα καθώς και για άλλα ασπόνδυλα. Αυτό με τη σειρά του έχει σαν αποτέλεσμα να υπάρχει επαρκής τροφή και για σαρκοφάγα είδη. Επιπλέον τα ζιζάνια ελέγχουν το μικροκλίμα και την υγρασία του εδάφους, ρυθμίζουν το βαθμό φυσικής προστασίας από αρπακτικά είδη και επηρεάζουν την ευκολία της κίνησης (Holland, J. M., & Luff, M. L., 2000). Σαν αποτέλεσμα όλων των παραπάνω, είναι λογικό ένας μεγάλος αριθμός ειδών να βρίσκει ευνοϊκές συνθήκες σε μια οργανική καλλιέργεια και άρα κατ' επέκταση οι πληθυσμοί τους να υποστηρίζονται από αυτή. Έτσι επαληθεύεται και πάλι το ότι ο αριθμός των ειδών δεν επηρεάστηκε από τον παράγοντα της οργανικής καλλιεργητικής πρακτικής.

Οι καλλιέργειες σε γενικές γραμμές, εμφάνισαν στο σύνολό τους μεγάλες τιμές αφθονίας ατόμων των Κολεοπτέρων όπως επίσης και οι λιβαδικές και αμμοθινικές εκτάσεις από την πλευρά των μαρτύρων. Τα εδάφη δηλαδή με ποώδη βλάστηση συγκέντρωσαν τα περισσότερα άτομα. Αντίθετα τα εδάφη που χαρακτηρίζονται από μακία βλάστηση ήταν αυτά με τις μικρότερες τιμές αφθονίας ατόμων της τάξης. Στην περίπτωση της ποικιλότητας, στο επίπεδο των οικογενειών, δεν υπήρχε σαφής διαχωρισμός μεταξύ καλλιεργειών και μαρτύρων. Οι περισσότερες οικογένειες παρ' όλα αυτά παρατηρήθηκαν στις μακί διαπλάσεις, στα εδάφη δηλαδή που κυριαρχούν υψηλοί θάμνοι. Τα μακί συστήματα είναι βιότοποι που μπορούν να παρουσιάσουν ετερογένεια σε πολλές περιπτώσεις άρα και κατ' επέκταση, ποικιλία μικροενδιαιτημάτων. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να εξηγήσει την μεγαλύτερη ποικιλότητα στο επίπεδο των οικογενειών σε αυτόν τον τύπο βιοτόπου, καθώς μπορεί να φιλοξενήσει είδη που έχουν διαφορετικές οικολογικές απαιτήσεις. Αντίθετα οι θίνες φιλοξένησαν τις λιγότερες οικογένειες, δείχνοντάς μας ότι οι συνθήκες αυτού του τύπου βιοτόπου είναι δυσμενείς και οι ελάχιστες ομάδες που μπορούν να προσαρμοστούν και να επιβιώσουν, κυριαρχούν ελλείψει ανταγωνισμού. Κατά συνέπεια η αφθονία των ατόμων και η ποικιλότητα εμφάνισαν αντίθετο πρότυπο ως προς την απόκρισή τους στους διαφορετικούς τύπους βλάστησης. Οι βιότοποι με τη μεγαλύτερη ποικιλότητα είχαν σχετικά μικρές τιμές αφθονίας Κολεοπτέρων και το αντίστροφο.

Όσον αφορά τις οικογένειες Tenebrionidae και Carabidae που μελετήθηκαν στο επίπεδο του είδους, η μελέτη έδειξε ότι ο τύπος βιοτόπου επιδρά σημαντικά τόσο στις αφθονίες των συναθροίσεων των ατόμων των δύο οικογενειών όσο και στον πλούτο ειδών. Συγκεκριμένα για τα είδη της οικογένειας Tenebrionidae, το ποσό της συσσωρευμένης νεκρής φυτικής ύλης είναι ο κυριότερος παράγοντας που καθορίζει τις κατανομές τους (Kramm et al., 1972; Alsopp, 1980), καθώς τα περισσότερα είναι σαπροφάγα (Mordokovich & Afanas'ev, 1980; Sheldon & Rogers, 1984). Ένα χαρακτηριστικό των ενδιαιτημάτων με ποώδη βλάστηση είναι η πρωτογενής παραγωγικότητα στο επίπεδο του εδάφους. Επομένως θα περιμέναμε οι βιότοποι που χαρακτηρίζονται από ποώδη βλάστηση να φιλοξενούν και τα περισσότερα άτομα της οικογένειας. Πράγματι οι θίνες, τα λιβάδια και η πλειονότητα των καλλιεργειών, ήταν οι βιότοποι με τις μεγαλύτερες τιμές αφθονίας ατόμων Tenebrionidae. Από τη στιγμή μάλιστα που τα Tenebrionidae αποτελούν τη συντριπτική πλειοψηφία των Κολεοπτέρων, είναι ξεκάθαρος και ο λόγος για τον οποίο τα πρότυπα αφθονίας τους είναι τα ίδια.

Όπως ήταν αναμενόμενο οι θίνες ήταν ο βιότοπος που σημείωσε τα περισσότερα άτομα, καθώς η οικογένεια Tenebrionidae δείχνει συχνά προτίμηση στα αμμόδη υποστρώματα και τα περισσότερα μέλη της είναι ξηρόφιλα, με πλήθος προσαρμογών στα ξηρά και ημίξηρα περιβάλλοντα (Dajoz, 2002, De Los Santos, 1988). Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της οικογένειας αποτελεί ότι πολλά είδη της κατανέμονται αποκλειστικά στις θίνες (Fattorini & Fowles, 2005). Οι αμμοθίνες αποτελούν ένα τύπο βιοτόπου που προσφέρει αποτελεσματικά καταφύγια για προστασία από θηρευτές, αλλά και επειδή προσφέρουν τη δυνατότητα θερμορύθμισης και απόθεσης των ωών (Dajoz, 2002). Για τις άλλες ομάδες, τα αμμοθινικά συστήματα είναι αρκετά αφιλόξενα επομένως τα Tenebrionidae δεν αντιμετωπίζουν πιέσεις ανταγωνισμού και μπορούν να σημειώσουν μεγάλους πληθυσμούς. Η μακία βλάστηση αντίθετα φιλοξένησε τα λιγότερα άτομα της οικογένειας. Ως προς τον πλούτο, η καλλιέργεια του κριθαριού ήταν ο βιότοπος με την μεγαλύτερη ποικιλότητα και ακολούθησαν το λιβάδι και η φάβα. Παρατηρούμε λοιπόν ότι παρόμοιο πρότυπο με αυτό της

αφθονίας, ακολουθεί και ο πλούτος ειδών ενώ τα φρύγανα φιλοξένησαν τα λιγότερα είδη.

Εξετάζοντας τις τιμές του δείκτη ποικιλότητας Shannon – Wiener της οικογένειας Tenebrionidae, βρέθηκε ότι τις υψηλότερες τιμές ποικιλότητας, τις εμφάνισαν οι σταθμοί της μακίας αρχικά, και τα φρυγανικά συστήματα στη συνέχεια. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε αυτούς τους βιότοπους εντοπίστηκε ο μικρότερος πλούτος ειδών της οικογένειας. Αντίθετα στις καλλιέργειες της φάβας και του κριθαριού, που χαρακτηρίζονται από πώδη βλάστηση, οι τιμές του δείκτη ήταν οι χαμηλότερες, ενώ το κριθάρι αποτέλεσε τον τύπο ενδιαιτήματος που φιλοξένησε τα περισσότερα είδη.

Διαφορετικό πρότυπο ακολούθησαν τα είδη της οικογένειας Carabidae, καθώς σαν ομάδα έχουν διαφορετική φυσική ιστορία από τα Tenebrionidae και διαφορετικές οικολογικές απαιτήσεις. Τα σαρκοφάγα Carabidae είναι γενικευμένοι θηρευτές και μπορούν να προσαρμόζονται εύκολα στα διάφορα περιβάλλοντα (Thiele, 1977). Αν και έχουν συγκεκριμένες οικολογικές απαιτήσεις, δεν είναι ποτέ αρκετά εξειδικευμένα ώστε να αποτελούν χαρακτηριστικά είδη ενός περιβάλλοντος. Η έλλειψη φυτικών ειδών και η χαμηλή πρωτογενής παραγωγικότητα στο επίπεδο του εδάφους, που έχουν σαν αποτέλεσμα τη μείωση των φυτοφάγων ειδών, δεν τα επηρεάζει επειδή εξαρτώνται κυρίως από τις τροφικές αλυσίδες των σαπροφάγων (Loreau 1983; Dajoz 2002). Στην παρούσα μελέτη τα φρύγανα ήταν ο βιότοπος με τα περισσότερα άτομα και ακολούθησαν η καλλιέργεια του βίκου και οι μακί διαπλάσεις. Ενώ παρατηρείται ότι οι μεσογειακού τύπου διαπλάσεις υπερτερούν ως πιο φιλόξενα ενδιαιτήματα για την οικογένεια, στη ομάδα των βιοτόπων συγκαταλέγεται και η καλλιέργεια του βίκου. Αντίθετα όλοι οι υπόλοιποι βιότοποι που χαρακτηρίζονται από πώδη βλάστηση σημείωσαν μικρές αφθονίες ατόμων. Παρόμοια εικόνα μάλιστα εμφανίζεται και στην περίπτωση της ποικιλότητας, καθώς ο βίκος είχε τον μεγαλύτερο πλούτο ειδών. Στην περίπτωση του βίκου σημαντικό ρόλο φάνηκε να έχουν οι γειτνιάζουσες περιοχές και πιο συγκεκριμένα ο φρυγανικός σταθμός που αποτέλεσε τον μάρτυρα σε ένα σταθμό με βίκο και που λειτούργησε ως πηγή τροφοδότησης της καλλιέργειας, επηρεάζοντας τη δομή και της σύνθεση της εδαφοπανίδας της. Τα αποτελέσματα αυτά αποδεικνύουν ότι η ποικιλομορφία του φυσικού ενδιαιτήματος αυξάνει την «δεξαμενή των ειδών» που είναι διαθέσιμη για τροφοδότηση (Zobel, 1997; Srivastava, 1999) και έτσι το φυσικό οικοσύστημα μπορεί να λειτουργήσει ως σημαντική πηγή ποικιλομορφίας.

Σε μια εργασία των Hole, D. G., Perkins, A. J., Wilson, J. D., Alexander, I. H., Grice, P. V., & Evans, A. D. του 2005 με τίτλο «Does organic farming benefit biodiversity?», στοιχεία έδειξαν ότι η κατανομή και η αφθονία των Carabidae συνδέεται με τη δομή της βλάστησης με μια σειρά από μελέτες να αναφέρουν θετική συσχέτιση μεταξύ πλούτου ειδών ζιζανίων-κάλυψης του εδάφους και πλούτου ειδών σκαθαριών (Carcamo et al., 1995; Kromp, 1990; O_Sullivan and Gormally, 2002; Pfiffner and Niggli, 1996). Τόσο στην περίπτωση των φρυγάνων που αποτελούν φυσικό ενδιαιτήμα όσο και στον βίκο που αποτελεί οργανική καλλιέργεια, η αυτοφυής βλάστηση είναι διαθέσιμη για να φιλοξενήσει την οικογένεια. Αντίθετα στις θίνες εντοπίστηκε ο μικρότερος πλούτος ειδών Carabidae, κάτι που ήταν αναμενόμενο από τη στιγμή που, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, τα αμμοθινικά συστήματα είναι αρκετά αφιλόξενα για την οικογένεια λόγω των ιδιαίτερων οικολογικών τους χαρακτηριστικών.

Η καλλιέργεια του βίκου που σημείωσε τον μεγαλύτερο πλούτο ειδών Carabidae, αξιολογήθηκε ως ο βιότοπος με τον υψηλότερο δείκτη ποικιλότητας της οικογένειας με αμέσως επόμενο αυτό της μακίας βλάστησης. Αντίθετα τον μικρότερο δείκτη ποικιλότητας τον εμφάνισε η καλλιέργεια του κριθαριού. Παρατηρούμε ότι, σε

αντίθεση με την οικογένεια Tenebrionidae, το πρότυπο που εμφανίζει ο δείκτης ποικιλότητας είναι παρόμοιο με αυτό του πλούτου ειδών. Τέλος δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά στο δείκτη μεταξύ καλλιεργειών και μαρτύρων, κάτι που δείχνει ότι οι πρακτικές διαχείρισης που χρησιμοποιήθηκαν επηρέασαν πολύ λιγότερο σε σύγκριση με τα χαρακτηριστικά των ενδιαιτημάτων.

Μελετώντας, σε αυτό το σημείο, τα κυρίαρχα είδη της οικογένειας Tenebrionidae, παρατηρήθηκε ότι η πλειονότητα των ειδών της οικογένειας, απαντήθηκε σε μεγάλο ποσοστό βιοτόπων. Λίγα ήταν δηλαδή τα είδη που βρέθηκαν σε ένα μόνο βιότοπο και σε αυτή την κατηγορία ανήκουν το *Dichoma dardanum*, το *Micrositus orbicularis* και το *Trachyscelis aphodioides* που εμφανίστηκαν μόνο σε θίνες καθώς και τα *Akis elongata* και *Colpotus pectoralis* που είχαν από έναν αντιπρόσωπο και απαντήθηκαν σε καλλιέργειες. Τα 4 είδη από τα 24 που συνολικά συλλέχθηκαν και σημείωσαν τους μεγαλύτερους πληθυσμούς στο νησί ήταν τα *Zophosis punctata*, *Dailognatha sp.*, *Dichoma dardanum* και *Eutagenia sp.* Το *Zophosis punctata* με ποσοστό 68%, σημείωσε τις μεγαλύτερες αφθονίες στις καλλιέργειες και στους εγκαταλελειμμένους αγρούς ενώ αντίθετα τα λιγότερα άτομα βρέθηκαν στη μακία βλάστηση. Πρόκειται για ένα είδος σαρκοφάγο που πιθανά να ανέπτυξε τόσο μεγάλους πληθυσμούς σε αυτούς τους βιότοπους γιατί εκεί υπήρχε επαρκής λεία. Οι βιότοποι αυτοί λόγω της φυλλοστρωμνής, προσέλκυσαν πλήθος σαπροφυτοφάγων ειδών με τα οποία τρέφεται το *Zophosis punctata*. Επομένως πρόκειται για ένα είδος που έδειξε προτίμηση στις καλλιέργειες σε σχέση με τους μάρτυρες. Το *Dailognatha sp* είναι ένα γενικευμένο είδος, σαπροφυτοφάγο που υπερίσχυσε στη βύνη ενώ δεν προτίμησε τα μακί συστήματα. Και για αυτή την περίπτωση ήταν εμφανές ότι οι καλλιέργειες αναδείχθηκαν καταλληλότερα ενδιαιτήματα σε σχέση με τους μάρτυρες. Το *Dichoma dardanum* είχε πολύ ιδιαίτερη κατανομή γιατί εμφανίστηκε μόνο στις θίνες. Πρόκειται λοιπόν για είδος που απαιτεί αποκλειστικά αμμώδες υπόστρωμα και άρα δεν ευνοείται από τις καλλιέργειες. Τέλος το *Eutagenia sp* δεν εμφάνισε κάποιο σαφές πρότυπο βιοτοπικών προτιμήσεων και τα άτομα κατανεμήθηκαν ομοιόμορφα μεταξύ καλλιεργειών και μαρτύρων.

Τα περισσότερα είδη της οικογένειας Carabidae, σε αντίθεση με την Tenebrionidae, είχαν περιορισμένη κατανομή στους διάφορους τύπους βιοτόπων ενώ 13 από τα 27 είδη εντοπίστηκαν μόνο σε ένα βιότοπο. Τα 4 είδη που σημείωσαν τους μεγαλύτερους πληθυσμούς ήταν τα *Calathus mollis*, *Carabus coriaceus*, *Carabus trojanus* και *Dixus obscurus*. Το *Calathus mollis* είναι ένα παμφάγο είδος και εμφάνισε τα περισσότερα άτομα στις φρυγανικές διαπλάσεις και γενικότερα δεν ευνοήθηκε από τις καλλιεργητικές πρακτικές. Τα *Carabus coriaceus* και *Carabus trojanus* είναι σαρκοφάγοι θηρευτές και αποτέλεσαν ευρύοικα είδη. Δεν παρουσίασαν σαφές πρότυπο κατανομής και δεν έδειξαν κάποια προτίμηση ανάμεσα σε καλλιέργειες και μάρτυρες. Το *Dixus obscurus* τέλος παρουσιάστηκε βασικά στις μακί διαπλάσεις ενώ στους βιότοπους με ποώδη βλάστηση σημείωσε μηδενικές αφθονίες κάτι που μας δείχνει ότι πρόκειται για ένα είδος που δεν ευνοήθηκε από τις καλλιέργειες.

Οι διάφορες περιβαλλοντικές παράμετροι δεν επηρεάζουν μόνο την αφθονία και τον πλούτο των ειδών αλλά και τη δομή και τη σύνθεση των βιοκοινοτήτων των εντόμων (Olson 1994; Buttelfield 1996; Hodkinson 2005). Το πρότυπο της απόκρισης των δύο οικογενειών στις περιβαλλοντικές παραμέτρους που μελετήθηκαν, ήταν διαφορετικό. Το φαινόμενο αυτό είναι γενικό μεταξύ των διαφορετικών οικογενειών των Κολεοπτέρων, οι οποίες σχετίζονται με διαφορετικούς τύπους βιοτόπου και δομές βλάστησης (Romero Alcaraz & Avila 2000; Gutierrez *et al.* 2004) και σε

κάποιες περιπτώσεις αυτή η προτίμηση σχετίζεται με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά ορισμένων ειδών (Ribera *et al.* 2001).

Στην ομαδοποίηση των βιοτόπων που έγινε για την οικογένεια Tenebrionidae, οι βιότοποι με ιλυώδες εδαφικό υπόστρωμα διαχωρίστηκαν από τους αμμώδεις. Ανάλογα με την προτίμησή τους σε εδαφικό υπόστρωμα, τα Tenebrionidae διακρίνονται σε τρεις οικολογικές ομάδες. Αναλυτικότερα είναι τα ψαμμόφιλα είδη που προτιμούν αμμώδη υποστρώματα, τα γεώφιλα που προτιμούν συμπαγή υποστρώματα και τα ευρύοικα είδη που κατανέμονται σε όλους τους τύπους υποστρώματος (Fattorini & Fowles, 2005). Στους βιότοπους με χώμα, τα λιβάδια και οι καλλιέργειες ομαδοποιήθηκαν σε κάποιο βαθμό ενώ αντίθετα η μακία βλάστηση και τα φρύγανα έδειξαν ένα βαθμό διαφοροποίησης. Συμπεραίνεται λοιπόν ότι κύριος παράγοντας διαχωρισμού των τύπων βιοτόπου ως προς τη σύνθεση των ειδών Tenebrionidae αποτελεί ο τύπος του εδάφους ενώ δευτερεύοντα ρόλο έπαιξε και ο τύπος βλάστησης. Τα αποτελέσματα από την Μη Μετρική Πολυδιάστατη Ανάλυση-NMDS συμβάδισαν με την ανάλυση Ομαδοποίησης, δείχνοντας ότι ο βιότοπος των θινών διαφοροποιήθηκε σε μεγάλο βαθμό από τους υπόλοιπους που καλύπτονται από ιλυώδες έδαφος. Στην ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών-PCA, κατά μήκος του πρώτου άξονα, οι βιότοποι διαχωρίστηκαν με βάση το εδαφικό υπόστρωμα ενώ σύμφωνα με τον δεύτερο άξονα δεν υπήρξε κάποιο σαφές οικολογικό ή γεωγραφικό πρότυπο. Παρ' όλα αυτά υπήρχε μια τάση διαχωρισμού των βιοτόπων με βάση τον τύπο βλάστησης. Αντίστοιχα είναι και τα αποτελέσματα που παράχθηκαν από την Ανάλυση Πλεονασμού-RDA. Ο πρώτος άξονας συσχετίστηκε με τον τύπο του εδάφους και κατά μήκος του διαχωρίστηκαν οι αμμώδεις σταθμοί των θινών, από τους σταθμούς με χώμα. Ο δεύτερος άξονας διαχώρισε τους βιότοπους με βάση τον τύπο βλάστησης καθώς από τη μία είχαμε τα φρύγανα και τα μακί και από την άλλη τις καλλιέργειες, τις θίνες και τα λιβάδια, δηλαδή τις ποώδεις διαπλάσεις.

Στην περίπτωση της οικογένειας Carabidae, από την Ανάλυση Ομαδοποίησης προέκυψε ότι η καλλιέργεια της βύνης διαφοροποιήθηκε περισσότερο απ' όλους τους υπόλοιπους βιοτόπους. Στενή σύνδεση παρατηρήθηκε μεταξύ των καλλιεργειών φάβας και κριθαριού και αμέσως μετά μεταξύ των φρυγάνων και της καλλιέργειας του βίκου, ενώ οι θίνες διαφοροποιήθηκαν περισσότερο από κάθε άλλο βιότοπο στην ομάδα αυτή. Στην περίπτωση των φρυγάνων και του βίκου, σημαντικός φαίνεται να είναι ο παράγοντας της απόστασης, καθώς ο σταθμός με φρύγανα που αποτέλεσε τον μάρτυρα που περιβάλλει την καλλιέργεια, τροφοδότησε αυτόν τον σταθμό με πολλά είδη, και ο μεγάλος βαθμός απομόνωσης από τους άλλους σταθμούς είχε ως αποτέλεσμα να παρουσιάζει παρόμοια σύνθεση με το φυσικό ενδιαίτημα. Το ίδιο φαινόμενο φαίνεται να συμβαίνει και στην περίπτωση του ενός σταθμού βύνης που βρίσκεται κοντά σε αμμοθίνες και γι αυτό το λόγο η βύνη διαφοροποιήθηκε σε τόσο μεγάλο βαθμό από τους υπόλοιπους σταθμούς. Αυτό συμβαίνει στα Carabidae, επειδή είναι γενικευμένοι θηρευτές (Thiele, 1977) και λιγότερο εξαρτημένοι από τη δομή και τη σύνθεση της βλάστησης, ενώ αντίθετα στα Tenebrionidae ο παράγοντας της απόστασης-γεινιάσης δεν παίζει ρόλο σε τέτοιο βαθμό γιατί είναι πιο εξαρτημένα από τη δομή της βλάστησης και την τοπογραφία του εδάφους (Rickhard, 1970). Συνοψίζοντας, δεν εμφανίζεται κάποιο σαφές πρότυπο διαχωρισμού των βιοτόπων για την οικογένεια Carabidae. Παρ' όλα αυτά φαίνεται μια τάση διαχωρισμού ανάλογα με τη βασική δομή της βλάστησης. Η ανάλυση NMDS σε γενικές γραμμές έδειξε ότι οι βιότοποι που χαρακτηρίζονται από ποώδη βλάστηση ομαδοποιήθηκαν μεταξύ τους σε σχέση με τις υπόλοιπες μεσογειακές διαπλάσεις χωρίς αυτό να είναι απόλυτο, με εξαίρεση βέβαια πάλι τη βύνη που αποτέλεσε μια ομάδα αρκετά απομακρυσμένη από τις άλλες. Στην ανάλυση PCA, κατά μήκος του πρώτου άξονα,

οι βιότοποι διαχωρίστηκαν σε καλλιέργειες, θίνες και λιβάδια, που είναι συστήματα πούδους βλάστησης, από τη μία και σε βιότοπους με φρυγανική και μακία βλάστηση από την άλλη. Ο δεύτερος άξονας κατά κάποιο τρόπο διαχώρισε τους βιότοπους με βάση το αν ήταν μάρτυρες ή καλλιέργειες. Τα αποτελέσματα της Ανάλυσης RDA είναι αντίστοιχα με αυτά που προέκυψαν από την PCA, καθώς ο πρώτος άξονας διαχώρισε τους βιότοπους με βάση τον τύπο βλάστησης και ο δεύτερος άξονας με βάση αν έχουν υποστεί καλλιέργεια ή όχι. Με βάση όλα τα παραπάνω, σε αντίθεση με τα Tenebrionidae που ανταποκρίνονται περισσότερο στο εδαφικό υπόστρωμα, για τα Carabidae φαίνεται ότι στη γενική τάση διαφοροποίησής τους, πέρα από επιμέρους αποκλίσεις, σημαντικό παράγοντα αποτελεί η βασική δομή της βλάστησης.

Συμπερασματικά είναι εμφανές ότι οι καλλιεργητικές πρακτικές που εφαρμόστηκαν δεν αποτέλεσαν κύριο παράγοντα διαφοροποίησης τόσο για την οικογένεια Tenebrionidae όσο και για την Carabidae. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν οργανικές καλλιέργειες μικρής έκτασης ανάμεσα σε φυσικά συστήματα, με αποτέλεσμα αυτές να παρουσιάζουν ομοιότητες με τα φυσικά τοπία. Αντίθετα άλλοι παράγοντες ήταν αυτοί που αναδείχθηκαν ως οι σημαντικότεροι και καθοριστικοί για τις κατανομές των ειδών των δύο οικογενειών, και αυτοί ήταν το εδαφικό υπόστρωμα και ο τύπος της βλάστησης. Το φαινόμενο αυτό με τη σειρά του, είχε σαν αποτέλεσμα να παρουσιάζονται ομοιότητες μεταξύ των ειδών των καλλιεργειών και των ειδών που απαντώνται στα εγκαταλελειμμένα λιβάδια. Τέλος σε ορισμένες περιπτώσεις φάνηκε να εμφανίζονται διαφοροποιήσεις ως προς τη σύνθεση των ειδών μεταξύ των βιοτόπων που σχετίστηκαν με την γειννίαση και τις ειδικές οικολογικές και διατροφικές απαιτήσεις των ειδών.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adis, J. and Kramer, E. (1975). Formaldehyd-Losung attrahiert *Carabus problematicus* (Coleoptera: Carabidae). *Entomologia Germanica Stuttgart*. 1975, Bd. 2, S. 121-125
- Alsopp, P.G. (1980). The biology of false wireworms and their adults (soil-inhabiting Tenebrionidae)(Coleoptera): a review. *Bulletin of Entomological Research*. 1980, Bd. 70, S. 343-379
- Anastasakis, G.C. & Dermitzakis, D.M., (1990). Post-Middle-Miocene palaeogeographic evolution of the Central Aegean Sea and detailed Quaternary reconstruction of the region. Its possible influence on the distribution of the Quaternary mammals of the Cyclades Islands. *Neues Jahrbuch für Geologie und Palaontologie*, 1: 1-16
- Baehr, M. (1994). Phylogenetic relations and biogeography of the genera of Pseudomorphinae (Coleoptera, Carabidae). *Carabid Beetles: Ecology and Evolution*, 11-17
- Barber, H.S. (1931). Traps for cave inhabiting insects. *J.Elisha Mitchell sci. Soc.* 1931, Bd. 46, S. 259-266
- Basedow, T. (1994). Phenology and egg production on *Agonum dorsale* and *Pterostichus melanarius* (Col., Carabidae) in winter wheat fields of different growing intensity in Northern Germany. In: Desender, K., Dufre[^]ne, M., Loreau, M., Luff,

- M.L., Maelfait, J.P. (Eds.), *Carabid Beetles: Ecology and Evolution*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 101–107
- Beaudry, S., Duchesne, L. C., & Côté, B. (1997). Short-term effects of three forestry practices on carabid assemblages in a jack pine forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 27(12), 2065–2071. doi:10.1139/x97-171
 - Beaudry, S., Duchesne, L. C., & Côté, B. (1997). Short-term effects of three forestry practices on carabid assemblages in a jack pine forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 27(12), 2065–2071
 - Beerli, P., Hanjurg, H. & Uzzell, T. (1996). Geologically dated sea barriers calibrate a protein clock for aegean water frogs. *Evolution*. 1996, Bd. 50, 4, S. 1676-1687
 - Benton, T.G., Vickery, J.A., Wilson, J.D. (2003) Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends Ecol Evol* 18(4):182–188
 - Bertrand, C., Burel, F., & Baudry, J. (2015). Spatial and temporal heterogeneity of the crop mosaic influences carabid beetles in agricultural landscapes. *Landscape Ecology*, 31(2), 451–466
 - Boer, P. J. den (1968). Zooligisch onderzoek op het Biologisch Station Wijster, 1959-1967. *Miscellaneous papers Landbouwhogeschool Wageningen* 2: 161-181
 - Butterfield, J. (1996). Carabid life-cycle strategies and climate change: A study on an altitude transect. *Ecological Entomology* 21(1): 9-16
 - Carcamo, H.A., Niemala, J.K., Spence, J.R. (1995). Farming and ground beetles – effects of agronomic practice on populations and community structure. *Canadian Entomologist* 127, 123–140.
 - Carcamo, H.A., Niemala, J.K., Spence, J.R. (1995). Farming and ground beetles – effects of agronomic practice on populations and community structure. *Canadian Entomologist* 127, 123–140
 - Chaplin-Kramer R., O'Rourke ME., Blitzer E. J., Kremen C. (2011). A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. *Ecol Lett* 14(9):922–932
 - Chatzimanolis, S., Trichas, A., Giokas, S. & Mylonas, M., (2003). Phylogenetic analysis and biogeography of Aegean taxa of the genus *Dendarus* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Insect Systematics & Evolution*, 34: 295-312
 - Clarke, K.R., (1993). Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18, 117e143
 - Cloudsley-Thompson, J L. (1964). On the function of the sub-elytral cavity in desert Tenebrionidae (Coleoptera). *Entomology Monthly Magazine*. 1964, Bd. 60, S. 3-7
 - Creutzburg, N., (1963). Die paläogeographische Entwicklung der Insel Kreta von Miozän bis zu Gegenwart. *Κρητικά Χρονικά*, 15-16: 336-342
 - Dajoz, R. (2002). *Les Coléoptères Carabidés et Ténébrionidés*. Tec & Doc Lavoisier
 - Darlington, P. J. (1936). Variation and Atrophy of Flying Wings of Some Carabid Beetles (Coleoptera). *Annals of the Entomological Society of America*, 29(1), 136–179
 - De los Santos, A. (1994). Generic diversity patterns in the Tenebrionid beetle communities (Col. Tenebrionidae). *Ecologia Mediterranea* 20: 125–136
 - De Los Santos, A., Gomez-Gonzalez L. A. , Alonso C., Arbelo C. D. & De Nicolas J.P. (2000). Adaptive trends of darkling beetles (Col. Tenebrionidae) on environmental gradients on the island of Tenerife (Canary Islands). *Journal of Arid Environments* 45(1): 85-98
 - De los Santos, A., J. P. de Nicolas & Ferrer F. (2002). Habitat selection and assemblage structure of darkling beetles (Col. Tenebrionidae) along environmental

- gradients on the island of Tenerife (Canary Islands). *Journal of Arid Environments* 52(1): 63-85
- De Los Santos, A., Montes, C. and Ramírez-Díaz, L. (1988). Life histories of some Darkling Beetles (Coleoptera Tenebrionidae) in two Mediterranean ecosystem in the lower Guadalquivir (Southwest Spain). *Environmental Entomology*. 1988, Bd. 17, S. 799-814
 - Dennis, R.L.H., Shreeve, T.G., Olivier, A. & Coutsis, J.G. (2000). Contemporary geography dominates butterfly diversity gradients within the Aegean archipelago (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea). *Journal of Biogeography*. 2000, Bd. 27, S. 1365-1383
 - Dermitzakis, M.D. & Papanikolaou, D.J. (1981). Palaeogeography and geodynamics of the Aegean region during the Neogene. *Annales Géologiques Pays Helléniques*. 1981, Bd. 30, S. 245-289
 - Dermitzakis, M.D. & Papanikolaou, D.J. (1981). Palaeogeography and geodynamics of the Aegean region during the Neogene. *Annales Géologiques Pays Helléniques*. 1981, Bd. 30, S. 245-289.
 - Dermitzakis, M.D. (1990). Palaeogeography, geodynamic processes and event Stratigraphy during the late Cenozoic of the Aegean area. *International*. 1990, Bd. Roma: Accad. Naz. Lincei, S. pp. 263-288
 - Dermitzakis, M.D. (1990). Palaeogeography, geodynamic processes and event Stratigraphy during the late Cenozoic of the Aegean area. *International*. 1990, Bd. Roma: Accad. Naz. Lincei, S. pp. 263-288
 - Digweed, SC, et al. (1995). Digging out the “digging-in effect” of pitfall traps: Influences of the depletion and disturbance on catches of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Pedobiologia*. 1995, Bd. 39, S. 561-576
 - Dritschilo, W., Erwin, T.L. (1982). Responses in abundance and diversity of cornfield carabid communities to differences in farm practices. *Ecology* 63, 900–904.
 - Duelli, P., Obrist, M. K., & Schmatz, D. R. (1999). Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insects. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1-3), 33–64.
 - Fattorini, S. & Fowles, A.P. (2005). Biogeographical analysis of the tenebrionid beetles (Coleoptera, Tenebrionidae) of the island of Thasos in the context of the Aegean Islands (Greece). *Journal of Natural History*. 2005, Bd. 39, S. 3919-3949
 - Fattorini, S. & Fowles, A.P. (2005). Biogeographical analysis of the tenebrionid beetles (Coleoptera, Tenebrionidae) of the island of Thasos in the context of the Aegean Islands (Greece). *Journal of Natural History*. 2005, Bd. 39, S. 3919-3949
 - Fattorini, S. (2002). Biogeography of the tenebrionid beetles (Coleoptera, Tenebrionidae) on the Aegean Islands (Greece). *Journal of Biogeography*. 2002, Bd. 29, S. 49-67
 - Fattorini, S., (2006). Spatial patterns of diversity in the tenebrionid beetles (Coleoptera: Tenebrionidae) of the Aegean Island (Greece). *Evolutionary Ecology Research*, 8: 237-263
 - Firbank L.G., Petit S., Smart S., Blain A., Fuller R.J. (2008). Assessing the impacts of agricultural intensification on biodiversity: a British perspective. *Philos Trans R Soc B* 363(1492):777–787
 - Fuller, R. J., Oliver, T. H., & Leather, S. R. (2008). Forest management effects on carabid beetle communities in coniferous and broadleaved forests: implications for conservation. *Insect Conservation and Diversity*, 1(4), 242–252

- Fuller, R., Norton, L., Feber, R., Johnson, P., Chamberlain, D., Joys, A., Mathews, F., Stuart, R., Townsend, M., Manley, W.J., Wolfe, M.S., Macdonald D.W., Firbank, L. (2005). Benefits of organic farming to biodiversity vary among taxa. *Biology Letters*, 1(4), 431–434.
- Gillot, C. (1980). *Entomology*. New York : Plenum Press, 1980
- Gist, C.S. and Crossley, D. A. (1973). A method for quantifying pitfall trapping. *Environ. Entomol.* 1973, Bd. 2, S. 951-952
- Greenberg, C., McGrane, A. (1996). A comparison of relative abundance and biomass of relative abundance and biomass of ground-dwelling arthropods under different forest management practices. *Forest Ecology and Management* 89(1-3), p.: 31-41
- Greenslade, P.J.M. (1964). Pitfall trapping as a method for studying populations off Carabidae (Coleoptera). *Journal of Animal. Ecology*. 1964, Bd. 33, S. 301-310
- Greenslade, P.J.M. (1973). Sampling ants with pitfall traps: digging-in effects. *Insectes Sociaux*. 1973, Bd. 20, S. 343-353
- Gutierrez, D., Menendez, R. & Mendez, M. (2004). Habitat-based conservation priorities for carabid beetles within the Picos de Europa National Park, northern Spain. *Biological Conservation* 115(3):379-393
- Hodkinson, I. D. (2005). Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. *Biological Review, Cambridge Philosophical Society* 80(3): 489-513
- Hokkanen, H., Holopainen, J.K. (1986). Carabid species and activity densities in biologically and conventionally managed cabbage fields. *J. Appl. Entomol.* 102, 353–363
- Hole, D. G., Perkins, A. J., Wilson, J. D., Alexander, I. H., Grice, P. V., & Evans, A. D. (2005). Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122(1), 113–130.
- Hole, D. G., Perkins, A. J., Wilson, J. D., Alexander, I. H., Grice, P. V., & Evans, A. D. (2005). Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122(1), 113–130
- Holland, J. M., & Luff, M. L. (2000). *Integrated Pest Management Reviews*, 5(2), 109–129.
- Holland, J.M., Luff, M.L. (2000). The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. *Integrated Pest Manage. Rev.* 5, 109–129
- Hosoda, H. (1996). Altitudinal distribution and seasonal occurrences of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in an intermediate-temperate mountain in northern Kanto, central Japan. *Japanese Journal of Entomology* 64(1): 83-91
- Howell, D. C. (2002). *Statistical Methods for Psychology*. s.l.: Duxbury, 2002. S. 324-325
- Hyvönen, T., Ketoja, E., Salonen, J., Jalli, H., Tiainen, J., 2003. Weed species diversity and community composition in organic and conventional cropping of spring cereals. *Agric. Ecosyst. Environ.* 97, 131–149
- Idinger, J. and Kromp, B. (1997). Ground photoeclector evaluation of different arthropod groups found in unfertilised, inorganic and compost-fertilised cereal fields in Eastern Austria. *Biological Agriculture and Horticulture* 15, 171–6
- Kramm, A. & Kramm, K .P. (1972). Activities of certain species of Eleodes in relation to season, temperature, and the time of the day at Joshua Tree National Monument (Coleoptera: Tenebrionidae). *Southern Naturalist*. 1972, Bd. 16, S. 341-355

- Krasnov, W. & Shenbrot, G.I. (1998). Structure of communities of ground-dwelling animals at the junction of two phytogeographic zones. *Journal of Biogeography*. 1998, Bd. 25, S. 1115-1131
- Krebs, C.J. (1999). *Ecological methodology*. Addison- Educational Publishers, California, USA, 581
- Krijgsman, W., Hilgen, F.J., Raffi, I., Sierro, F.J & Wilson, D.S., (1999). Chronology, causes and progression of the Messian salinity crisis. *Nature*, 400: 652-655
- 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 Ecosystems & Environment* 74, 187–228.
- Kromp, B. (1999). Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74, 187–228
- Lambeck, K. (1996). Sea-level change and shore-line evolution in Aegean Greece since upper palaeolithic time. *Antiquity*. 1996, Bd. 70, S. 588-611
- Lattin, J. D. (1993). *Brachysteles parvicornus* (Costa), an Anthocoridae new to Canada (Hemiptera, Heteroptera). *Canadian Entomologist* 125(5): 965-966.
- Legakis, A., Sfenthourakis, S., Adamopoulou, Ch. (1997). A contribution to the knowledge of the vertebrate fauna of Milos island (Kyklades, Greece). *Newsl. Hellen. Zool. Soc.* 30: 5-7
- Legendre, P., Legendre, L. (1998) *Numerical ecology* (Second Edition) Elsevier Science BV
- Life, (2014) SAGE10, Οδηγίες καλής πρακτικής για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και τη βέλτιστη χρήση των πόρων που σχετίζονται με τη βιοποικιλότητα των ελαιώνων. Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων [PDF]
<https://core.ac.uk/download/pdf/80118646.pdf>
- Life. (2017). Μετατροπή των εγκαταλειμμένων τοπίων αναβαθμίδων σε πράσινες υποδομές μέσω συμμετοχικής επιστασίας γης για καλύτερη προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή [PDF]
<http://www.lifeterracescape.aegean.gr/perioxes-drasis-w-6855>
- Life, Life Andros, Natura 2000, Ορνιθολογική Ζ.Ε.Π.-Ζώνη Ειδικής Προστασίας Άνδρου [PDF]
<http://www.androslife.gr/material/02-spa.pdf>
- Life, Γκιώκας Σ., Αναφορά ως μέρος του Διαχειριστικού Σχεδίου της ΖΕΠ Άνδρου, στο πλαίσιο της δράσης Α1 του προγράμματος: “Καταγραφή και αξιολόγηση της χερσαίας βιοποικιλότητας της Άνδρου, με έμφαση στην πανίδα ασπονδύλων, ερπετών, αμφιβίων και θηλαστικών” [PDF]
http://www.androslife.gr/material/A1_Fauna_Report_revised.pdf
- Life, «ANDROSSPA- Διαχείριση της Ζώνης Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) της Άνδρου με σκοπό την επίτευξη ικανοποιητικής κατάστασης διατήρησης 4 ειδών πτηνών προτεραιότητας» [PDF]
<http://www.androslife.gr/material/mp01-diax.pdf>
- Life, Επιστημονική παρακολούθηση της κατάστασης διατήρησης και των πληθυσμών των ειδών πουλιών προτεραιότητας της ΖΕΠ της Άνδρου [PDF]
<http://www.androslife.gr/material/E2.2.pdf>

- Lindroth, C. H. (1949). Die fennoskandischen Carabidae. Eine tiergeographische Studie. *Meddelanden fran Göteborgs Musei Zoologiska Avdelning* 122: 1-910
- Loreau, M. (1983). The diet of 8 carabid beetles common in forests. *Acta Oecologica-Oecologia Generalis* 4(4): 331-343
- Lovei, G. L. & Sunderland K. D. (1996). Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual Review of Entomology* 41: 231-256
- Luff, M. L. (1968). Some features influencing the efficiency of pitfall traps. *Oecologia*. 1968, Bd. 19, S. 345-357
- Magurran, A. E. (2004). Measuring biological diversity. Blackwell
- Marcuzzi, G. (1964). Observations on the relationships between tenebrionid fauna and soil. *Pedobiologia*. 1964, Bd. 4, S. 210-219
- Marcuzzi, G. (1976). Osservazioni biogeografiche sulla Tenebrionidofauna del Mediterraneo *Quaderni di Ecologia Animale* 6: 17-33
- Margaris, N.S., (1976). Structure and dynamics in a phryganic (East Mediterranean) ecosystem. *Journal of Biogeography*, 3: 249-259
- Matson, P.A., Parton, W.J., Power, A.G., Swift, M.J. (1997) Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science* 277(5325):504–509
- May, R M. (1988). How many species are there on Earth? *Science*. 1988, Bd. 241, S. 1441-1449
- McCravy, K.W. & Willand, J.E. (2005). Islands in the Beans: Diversity of Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) Inhabiting West-Central Illinois Coal Mine Remnants
- Mordkovich, V. G. & Afanas'ev, N. A. (1980). Transformation of steppe litter by darkling beetles (Col. Tenebrionidae). *Soviet Journal of Ecology*, 11: 175–180. Translated from *Ecologiya*, 3: 56-62, May–June 1980 (in Russian)
- NATURA 2000
- Nicolson, S.W. (1990). Osmoregulation in a nectar-feeding insect, the carpenter bee *Xylocopa capitata* - water excess and ion conservation. *Physiological Entomology* 15(4): 433-440
- Niemelä, J. (1990). Habitat distribution of carabid beetles in Tierra Del Fuego, South America. *Entomologica Fennica* 1(1): 3-16
- Niemelä, J. (1993). Interspecific competition in ground-beetle assemblages (Carabidae) - what have we learned. *Oikos* 66(2): 325-335.
- Niemelä, J., Haila, Y., Halme, E., Lahti, T., Pajunen, T. & Punttila, P. (1988). The distribution of Carabid beetles in fragments of old coniferous taiga and adjacent managed forest. *Annales Zoologici Fennici*. 1988, Bd. 25, S. 107–119
- Niemelä, J., Spence, J.R., & Spence, D. H. (1992). HABITAT ASSOCIATIONS AND SEASONAL ACTIVITY OF GROUND-BEETLES (COLEOPTERA, CARABIDAE) IN CENTRAL ALBERTA. *The Canadian Entomologist*, 124(03), 521–540
- O_Sullivan, C.M., Gormally, M.J. (2002). A comparison of ground beetle (Carabidae: coleoptera) communities in an organic and conventional potato crop. *Biological Agriculture & Horticulture* 20, 99–110
- Olson, D. M. (1994). The Distribution of leaf-litter invertebrates along a neotropical altitudinal gradient. *Journal of Tropical Ecology* 10: 129-150
- Paoletti, M.G. (1995). Biodiversity, traditional landscapes and agroecosystem management. *Landscape Urban Plann.* 31, 117–128
- Papanikolaou, D.J. & Lekkas, E.L. & Sakelariou, D.T. (1991). Geological structure and evolution of the Nisyros Volcano. *Bulletin of the Geological Society of Greece*. 1991, Bd. 25, S. 405-419

- Pearce, J. L., & Venier, L. A. (2006). The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: A review. *Ecological Indicators*, 6(4), 780–793.
- Pearce, J. L., & Venier, L. A. (2006). The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: A review. *Ecological Indicators*, 6(4), 780–793
- Perissoratis, C. & Conispoliatis, N. (2003). The impacts of sea-level changes during latest Pleistocene and Holocene times on the morphology of the Ionian and Aegean seas (SE Alpine Europe). *Marine Geology*. 2003, Bd. 196, S. 145-156
- Petersen, H. & Luxton M. (1982). A comparative-analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. *Oikos* 39(3): 287-388.
- Petitpierre E. (1987). Why beetles have strikingly different rates of chromosomal evolution?. *Elytron*, 1: 25-32
- Petitpierre, Eduard. (1987). Why beebles have strikingly different rates of chromosomal evolution? *Elytron*. 1987, Bd. 1, S. 25-32
- Pfiffner, L., Niggli, U. (1996). Effects of bio-dynamic, organic and conventional farming on ground beetles (Col Carabidae) and other epigaeic arthropods in winter wheat. *Biological Agriculture & Horticulture* 12, 353–364
- Philippson, A., (1898). La Tectonique de l'Égée (Grèce, Mer Egée, Asie Mineure Occidentale). *Annales de Géographie* VII, Paris, 7(32): 112-141
- Pielou E.C., (1975). - Ecological diversity. Wiley, New York, 165 p.
- Pimentel, D., Stachow, U., Takacs, D.A., Brubaker, H.W., Dumas, A.R., Meaney, J.J., Corzilius, D.B. (1992) Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. *BioScience* 42:354–362
- Purtauf, T., Roschewitz, I., Dauber, J., Thies, C., Tschardtke, T., & Wolters, V. (2005). Landscape context of organic and conventional farms: Influences on carabid beetle diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 108(2), 165–174.
- Purtauf, T., Roschewitz, I., Dauber, J., Thies, C., Tschardtke, T., & Wolters, V. (2005). Landscape context of organic and conventional farms: Influences on carabid beetle diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 108(2), 165–174
- Rainio, J. & J. Niemelä (2003). Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation* 12(3): 487-506.
- Rainio, J. & Niemelä, J. (2003). Ground beetles (Coleoptera : Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation* 12(3): 487-506.
- Red Data Book, RDB
- Ribera, I., Doledéc, S., Downie I. S. & Foster G. N. (2001). Effect of land disturbance and stress on species traits of ground beetle assemblages. *Ecology* 82(4): 1112-1129
- Richards O.W., & Davies, R.G., (1977). Imms' general textbook of Entomology. 10th edn. Chapman & Hall Ltd.
- Ricketts T.H., Regetz J., Steffan-Dewenter I., Cunningham S.A., Kremen C., Bogdanski A., Viana B.F. (2008) Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? *Ecol Lett* 11(5):499–515
- Rickhard, W. H. and Haverfield, L. E. (1965). Pitfall trapping survey of darkling beetles in desert steppe vegetation. *Ecology*. 1965, Bd. 46, S. 873-875
- Rickhard, W.H. (1970). The distribution of ground dwelling beetles in relation to vegetation, season and topography in the Rattlesnake Hills. *Northwest Science*. 1970, Bd. 44, S. 107-113
- Romero-Alcaraz, E. & J. M. Avila (2000). Effect of elevation and type of habitat on the abundance and diversity of Scarabaeoid dung beetle (Scarabaeoidea) assemblages

- in a Mediterranean area from Southern Iberian Peninsula. *Zoological Studies* 39(4): 351-359
- Rondon, S. I., Pantoja, A., Hagerty, A., & Horneck, D. A. (2013). Ground Beetle (Coleoptera: Carabidae) Populations in Commercial Organic and Conventional Potato Production. *Florida Entomologist*, 96(4), 1492–1499
 - Rumemark, H., (1971). The phylogeography of the central Aegean, In: Astris (ed.) Evolution in the Aegean. *Opera Botanica*, 30: 20-28
 - Sfenthourakis, S. (1996a). A biogeographical analysis of terrestrial isopods (Isopoda, Oniscidea) from the central Aegean islands (Greece). *Journal of Biogeography*. 1996a, Bd. 23, 5, S. 687–698.
 - Sfenthourakis, S., Giokas, S., & Tzanatos, E. (2004). From sampling stations to archipelagos: investigating aspects of the assemblage of insular biota. *Global Ecology and Biogeography*, 13(1), 23–35
 - Sheldon, J K & Rogers, L.E. (1984). Seasonal and habitat distribution of tenebrionid beetles in shrub-steppe communities of the Hanford site in eastern Washington. *Environmental Entomology*. 1984, Bd. 13, 1, S. 214-220
 - Sheldon, J. K., & Rogers, L. E. (1984). Seasonal and Habitat Distribution of Tenebrionid Beetles in Shrub-Steppe Communities of the Hanford Site in Eastern Washington. *Environmental Entomology*, 13(1), 214–220
 - Skuhravy, V. (1956). Fallenfang und Markierung zum Studium der Laukafer. *Beitrage zur Entomologie*. 1956, Bd. 6, S. 285-287
 - Skuhravy, V. (1957). Die Fallenfangmethode. *Casopis Ceskoslovenske Spolecnosti Entomologicke*. 1957, Bd. 54, S. 27-40
 - Skuhravy, V. (1970). Zur Anlockungsfahigkeit von Formalin fur Carabiden in Bodenfallen. *Beitrage zur Entomologie*. 1970, Bd. 20, S. 381-394
 - Snogerup, S. et al., 2006. Flora of Andros in *Annales Musei Goulandris* 11
 - Srivastava, D.S., 1999. Using local-regional richness plots to test for species saturation: pitfalls and potentials. *J. Anim. Ecol.* 68, 1–16
 - The Soil Association, (2000). The biodiversity benefits of organic farming. <http://www.soilassociation.org>.
 - Thiele, H. U. (1977). Carabid Beetles in their Environments (A Study on Habitat Selection by Adaptations in Physiology and Behaviour). Berlin, Heidelberg, New York, Springer.
 - Tietze, F. (1963). Untersuchungen u̇ber die Beziehungen zwischen Flu̇gelreduktion und Ausbildung des Metathorax bei Carabiden, unter besonderer Beru̇cksichtigung der Flugmuskulatur (Coleoptera: Carabidae). *Beitrȧge zur Entomologie* 13(1/2):88–167
 - Tschardtke, T., Klein, A.M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., Thies, C. (2005) Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity–ecosystem service management. *Ecol Lett* 8(8):857–874
 - Turland, N.J., Chilton, L. & Press, J.R., (1993). *Flora of the Cretan area. Annotated checklist & atlas*. Ed. The Natural History Museum, London, pp. 439.
 - Upton, M. S. (1991). Methods for collecting, preserving, and studying insects and allied forms. *Australian Entomological Society Miscellaneous Publication 3, revised edition: i-v*. 1991, S. 1-86
 - Villa-Castillo, J., & Wagner, M. R. (2002). Ground Beetle (Coleoptera: Carabidae) Species Assemblage as an Indicator of Forest Condition in Northern Arizona Ponderosa Pine Forests. *Environmental Entomology*, 31(2), 242–252

- WHITMER, J. E., HOUGH-GOLDSTEIN, J. A., AND PESEK, J. D. (2003). Ground-dwelling and foliar arthropods in four cropping systems. *Environ. Entomol.* 32: 366-376.
- Willand, Jason E. and McCravy, Kenneth W. (2006). "Variation in Diel Activity of Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) Associated With a Soybean Field and Coal Mine Remnant," *The Great Lakes Entomologist*, vol 39 (2)
- Zobel, M., 1997. The relative role of species pools in determining plant species richness: an alternative explanation of species coexistence? *Trends Ecol.* E 12, 266–269
- Δεδομένα Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας
- Ευθυμιάδης Π., Μπιλάλης Δ., Φεγγερός Κ., Γιάννου Γ., *Εισαγωγή στη Γεωργική Παραγωγή* [ηλεκτρ. βιβλ.] Τομέας Γεωπονίας, Τροφίμων και Περιβάλλοντος. *Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»* [PDF] http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/pdf/8547/5263/24-0090-02_Eisagogi-sti-Georgiki-Paragogi-B-EPAL_Vivlio-Mathiti/
- Καρανδεινός Μ.Γ. (2007) Ποσοτικές Οικολογικές Μέθοδοι. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο
- Λεγάκις Α. (2010). Ασπόνδυλα. Στο Α: Α. Λεγάκις, Ρ.Μ. Τζαννετάτου-Πολυμένη, Σ. Γκιώκας, και Κ. Σωτηρόπουλος (επιμ.), *Ζωική Ποικιλότητα*. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών σελ. 181-192
- Ντάφης, Σ. 1973. Ταξινόμηση της δασικής βλαστήσεως της Ελλάδος. *Επιστημονική Επετηρίς Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης* 15:75-91.
- Παπαδόπουλος, Ανδρέας. (2002). Η Βελανιδιά (*Quercus ithaburensis* Decaisne) και η θέση της στα Μεσογειακά Δασικά Οικοσυστήματα.. *Μεσολλόγγι* : s.n., 2002
- Πετρίδης, Δ. (2015). Ανάλυση Πολυμεταβλητών Τεχνικών, Εφαρμογές Περιπτώσεων [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών
- <http://www.androslife.gr/material/03-supp.pdf>
- <https://ecoanemos.files.wordpress.com/2014/01/andros.pdf>