

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ CARABIDAE  
(ΚΟΛΕΟΠΤΕΡΑ, ΕΝΤΟΜΑ) ΣΕ ΥΓΡΟΤΟΠΙΚΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ  
ΚΡΗΤΗΣ**



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΠΑΥΛΟΥ ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2016

Επιβλέπων:

Μουσής Μυλωνάς, Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης

Υπεύθυνος Εργαστηρίου:

Δρ. Απόστολος Τριχάς, Επιμελητής Αρθροπόδων, Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης, Πανεπιστημίου Κρήτης

Εξεταστική Επιτροπή:

Μουσής Μυλωνάς, Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης

Πουλακάκης Νίκος, Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης

Σφενδουράκης Σπύρος, Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Κύπρου

Εικόνα Εξωφύλλου:

Απεικονίζεται άποψη εκβολής του Πετρέ ποταμού (Ρέθυμνο) κατά τη διάρκεια δειγματοληψίας.

Τα Carabidae (από αριστερά προς δεξιά):

*Megacephala euphratica euphratica*

*Amara (Bradytus) apricaria*

*Polistichus connexus*

*Agonum (Europhilus) thoreyi*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σύμφωνα με τις διεθνείς σύγχρονες αντιλήψεις περί προστασίας περιβάλλοντος, τα υγροτοπικά οικοσυστήματα θεωρούνται υψηλής διαχειριστικής σημασίας και χαρακτηρίζονται από μεγάλη ετερογένεια οικοτόπων και μεγάλη βιοποικιλότητα ειδών. Η Κρήτη είναι ένα νησί, στο οποίο επικρατεί το ξηρό και ζεστό περιβάλλον με κυρίαρχους οικοτόπους τα φρύγανα και τη μακία βλάστηση. Από ζωολογική άποψη, οι κρητικοί υγρότοποι έχουν μελετηθεί αρκετά όσον αφορά τα πτηνά και χαρακτηρίζονται ως σημαντικότεροι οικοτόποι για την πανίδα των αποδημητικών και μη πτηνών. Τα υπόλοιπα σπονδυλόζωα έχουν διερευνηθεί πλημμελώς, ενώ λείπει εξ ολοκλήρου η έρευνα στην πανίδα των ασπονδύλων. Ορισμένες ομάδες εντόμων (πχ. κολεόπτερα) έχουν επαρκώς μελετηθεί στα επικρατή κρητικά οικοσυστήματα (φρύγανα, μακί), αλλά έλλειπε μέχρι σήμερα κάποια ολοκληρωμένη εικόνα τους στους υγροτόπους. Ως εκ τούτου, αποφασίστηκε η μελέτη των κρητικών υγροτόπων με έμφαση στα κολεόπτερα, με σκοπό την ανάδειξη της βιοποικιλότητας αυτής της ομάδας και της οργάνωσης των βιοκοινοτήτων της στα οικοσυστήματα αυτά.

Στο πλαίσιο της μελέτης μας, επιλέχθηκαν 7 κρητικοί υγρότοποι και η μεσόφιλη οικογένεια Carabidae, η οποία είναι άφθονη και έντονα συνδεδεμένη με τα οικοσυστήματα των υγροτόπων. Στους υγροτόπους μελέτης συμπεριλαμβάνονταν οι παράκτιοι υγρότοποι του Αλμυρού ποταμού, της εκβολής του Αποσελέμη, της εκβολής του Πετρέ, του υγροτόπου Φαλασάρνων και της Αλατσολίμνης Ξερόκαμπου, καθώς επίσης και οι ορεινοί υγρότοποι της εποχικής λίμνης Ομαλού Χανίων και της εποχικής λίμνης Ομαλού Βιάννου.

Οι περιοχές μελέτης που επιλέχθηκαν βρίσκονται διασκορπισμένες σε όλο το εύρος του νησιού και καταλαμβάνουν δύο διαφορετικές ομάδες υγροτόπων (παράκτιοι και ορεινοί). Ως επιμέρους στόχους στη μελέτη μας θέσαμε: την καταγραφή του πλούτου ειδών, τη διερεύνηση των βιογεωγραφικών προτύπων κατανομής τους, τη μελέτη των εποχικών προτύπων, τη μελέτη των σπουδαιότερων περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών που επιβάλλουν τη σύνθεση των βιοκοινοτήτων, τη διερεύνηση των οικο-μορφολογικών χαρακτηριστικών των ειδών και τη διερεύνηση πιθανών διαταραχών στους πληθυσμούς των Carabidae στους κρητικούς υγροτόπους.

Οι σταθμοί μελέτης, επιλέχθηκαν έτσι ώστε να αντιπροσωπεύουν τους κυριότερους τύπους βλάστησης στους υγροτόπους μελέτης, καθώς επίσης και να καλύπτουν ένα σημαντικό μέρος της επιφάνειάς τους. Συγκεκριμένα, οι σταθμοί κάλυπταν περιοχές όπου η κυρίαρχη βλάστηση ήταν *Salicornia* sp. ή/και *Arthrocnemum* sp. ή/και *Juncus* sp. ή/και *Phragmites* sp., τα οποία θεωρούνται ως υγρόφιλα/αλόφιλα και αποτελούν χαρακτηριστικά φυτά των υγροτόπων.

Για την επίτευξη της μελέτης αυτής αναλύθηκαν δεδομένα από τις δειγματοληψίες μας με χρήση των παγίδων παρεμβολής μεταξύ των ετών 2014-2015,

αλλά σε δύο τοποθεσίες (Αλμυρός και εποχική λίμνη Ομαλού Χανίων) χρησιμοποιήθηκαν και παλαιότερες δειγματοληψίες (2012-2013).

Από τις δειγματοληψίες ανευρέθηκαν συνολικά 105 τάξα Carabidae (σε 56 γένη), εκ των οποίων τα 17 αποτελούν πρώτες αναφορές για το νησί, ενώ έγινε και η επιβεβαίωση της παρουσίας άλλων 2. Άξιο αναφοράς το γεγονός πως σχεδόν σε όλους τους υγροτόπους μελέτης υπήρχε τουλάχιστον μια πρώτη αναφορά, με μοναδική εξαίρεση την Εποχική λίμνη του Ομαλού Χανίων. Ο αριθμός των ειδών και των νέων αναφορών είναι πολύ μεγάλος αν αναλογιστεί κανείς τον συνολικό αριθμό ειδών της Κρήτης (262) και τη μικρή έκταση που καταλάμβαναν οι σταθμοί και οι υγρότοποι μελέτης, ενώ τονίζει το μεγάλο κενό που υπάρχει στην γνώση μας για τα Carabidae στους κρητικούς υγροτόπους. Η πανιδική σύνθεση των υγροτόπων που μελετήθηκαν έδωσε μεγάλες διαφορές μεταξύ τους, ενώ 55 από τα 105 είδη, είχαν παρουσία μόνο σε έναν υγρότοπο. Τόσο ψηλά ποσοστά (και η έλλειψη ενδημικών) υποδηλώνουν σχετικά πρόσφατη ή/και εφήμερη διαμόρφωση της πανίδας των υγροτόπων στην Κρήτη.

Σε σχέση με τους κύριους τύπους οικοτόπων του νησιού (φρύγανα), η βιοποικιλότητα των υγροτόπων είναι πάρα πολύ μεγάλη και η πανίδα τους δεν χαρακτηρίζεται από τα ελάχιστα κυρίαρχα είδη με υπέρμετρες αφθονίες, όπως συμβαίνει με τα φρύγανα. Οι ορεινοί υγρότοποι φαίνεται να έχουν μικρότερο αριθμό ειδών και παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στις βιοκοινότητές τους σε σχέση με τους παράκτιους υγροτόπους, ενώ ταυτόχρονα εμφανίζουν περισσότερες ομοιότητες με τα φρύγανα. Επίσης, σχετικά χαμηλές τιμές έδωσε ο λόγος είδη προς γένη στους σταθμούς των κρητικών υγροτόπων, μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες των φρυγάνων, τυπικές όμως για νησιωτικά οικοσυστήματα.

Οι θηρευτές υπερτερούν κατά πολύ στους κρητικούς παράκτιους υγροτόπους (έναντι των παμφάγων και σπερματοφάγων ειδών), παρόλα αυτά τα παμφάγα αυξάνονται στους ορεινούς και τα σπερματοφάγα στους φρυγανικούς σταθμούς ελέγχου. Μια ερμηνεία αυτής της διαφοράς στη σύνθεση των Carabidae θα μπορούσε να αποδοθεί στις σκληρότερες συνθήκες διαβίωσης στα ορεινά της Κρήτης. Επίσης, τα Carabidae των παράκτιων υγροτόπων της Κρήτης είναι κυρίως στενοτοπικά ζώα, υπερτερούν τα υγρόφιλα, μεσόφιλα και αλόφιλα είδη, Στους ορεινούς υγροτόπους της Κρήτης θα συναντήσουμε περισσότερα μεσόφιλα και ολιγοτοπικά/ευρυτοπικά είδη.

Η συντριπτική πλειονότητα των ειδών Carabidae στους κρητικούς υγροτόπους χαρακτηρίζονται από ευρείες κατανομές, με ελάχιστους ενδημισμούς, σε μεγάλη αντίθεση με τα παρακείμενα φρυγανικά οικοσυστήματα. Περίπου 80% των ειδών της μελέτης διακρίνονται από κατανομές ευρύτερες απ' αυτές της Μεσογείου (Κοσμοπολιτικά, Αφροτροπικά, Παλαιαρκτικά, Ευρωπαϊκά), ενώ μόνο τα μισά είδη των φρυγάνων χαρακτηρίζονται από παρόμοιες εξαπλώσεις. Το μεγάλο αυτό ποσοστό διατηρείται και στους ορεινούς υγροτόπους, με μόνη διαφορά τη συμμετοχή ορισμένων ενδημικών ειδών σε βάρος του Μεσογειακού στοιχείου.

Επίσης, προκύπτουν και σημαντικά αποτελέσματα από τον έλεγχο στη μορφολογία των φτερών και το μέγεθος του σώματος των ειδών στους σταθμούς μελέτης. Στους ορεινούς υγροτόπους υπάρχει σημαντική αύξηση του ποσοστού των ειδών με πολύ μικρό μέγεθος σώματος, αλλά και μεγαλύτερα ποσοστά βραχυπτερίας σε σχέση με τους παράκτιους υγροτόπους. Αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στην ευκολότερη διασπορά των πολύ μικρών και ελαφριών ειδών στα απομονωμένα ορεινά οικοσυστήματα, όπου επιπλέον, δεν ευνοούνται τα μεγάλα μεγέθη λόγω των σκληρότερων περιβαλλοντικών συνθηκών. Στα ορεινά επίσης, δεν ευνοούνται οι μακρόπτερες μορφές στα έντομα λόγω του ότι το πέταγμα εκεί είναι επικίνδυνο από την παρουσία μεγαλύτερης έντασης ανέμων, αλλά και δύσκολο λόγω των χαμηλότερων θερμοκρασιών.

Από τους σημαντικότερους φυσικούς παράγοντες που φαίνεται να διαφοροποιούν τη σύνθεση των Carabidae στους κρητικούς υγροτόπους είναι η γεωγραφική θέση και το υψόμετρο του υγροτόπου. Ο σημαντικότερος παράγοντας που συμβάλλει στην αύξηση της βιομάζας και της αφθονίας στους υγροτόπους της Κρήτης, είναι η συνολική τους έκταση, ενώ ο σημαντικότερος παράγοντας που συνεισφέρει θετικά στον πλούτο ειδών, είναι η μόνιμη παρουσία νερού.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΕΣ

Η μεταπτυχιακή μου διατριβή ήταν μέρος του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Περιβαλλοντική Βιολογία: Διαχείριση Χερσαίων και Θαλάσσιων Πόρων του Πανεπιστημίου Κρήτης, εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Αρθροπόδων του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης και υποβλήθηκε στο Τμήμα Βιολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης.

Καταρχάς, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της μεταπτυχιακής μου διατριβής και διευθυντή του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης, κ. Μωσή Μυλωνά για την εμπιστοσύνη, τις γνώσεις και την καθοδήγηση που μου παρείχε αυτά τα 3 χρόνια. Επίσης, θέλω να τον ευχαριστήσω και για τις καλοπροαίρετες παρατηρήσεις και συμβουλές για την επίτευξη της εργασίας αυτής, καθώς επίσης και στην εμβάθυνση της ερευνητικής μου γνώσης.

Στη συνέχεια θέλω ευχαριστήσω ολόψυχα τον υπεύθυνο του εργαστηρίου μου στην επίτευξη αυτής της εργασίας, έφορο Αρθροπόδων του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης κ. Τριχά Απόστολο. Θέλω να τον ευχαριστήσω για την ουσιαστική και έμπρακτη βοήθειά του σε όλα τα στάδια της συνεργασίας μας. Τον ευχαριστώ επίσης για την συμπαράσταση, την υπομονή και τις συμβουλές του καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών. Τέλος, θέλω να τονίσω τη βοήθεια και τη γνώση που μου παρείχε κατά τη διάρκεια της εργασίας αυτής, τόσο στο εργαστήριο όσο και στο πεδίο.

Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω και όλους τους υπόλοιπους ερευνητές του ΜΦΙΚ και κυρίως τους Κ. Βαρδινογιάννη, Ν. Πουλακάκη, Π. Λυμπεράκη, Μ. Δρετάκη και Μ. Αβραμάκη για τη βοήθεια που μου προσέφεραν σε θέματα του τομέα τους. Επιπλέον, οφείλω να ευχαριστήσω τα υπόλοιπα μέλη του εργαστηρίου Αρθροπόδων, τον Σ. Σημιαίκη και την Λ. Καρδάκη για την σημαντική βοήθεια και τις σωστές συμβουλές και παρατηρήσεις που μου παρείχαν όλο αυτό το διάστημα.

Επιπλέον, θέλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον αναπληρωτή καθηγητή του Τμήματος Βιολογικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Κύπρου κ. Σπύρο Σφενδουράκη, τον υποψήφιο διδάκτορα Α. Δημητρίου του εργαστηρίου Βιοποικιλότητας και Χερσόβιων Ζώων του Πανεπιστημίου Κύπρου και τον κ. Χ. Μακρή, για τις εποικοδομητικές συμβουλές τους και την βοήθειά τους σε θέματα δειγματοληψιών.

Στη συνέχεια θέλω να ευχαριστήσω θερμά τους φοιτητές και τα παιδιά του εργαστηρίου Αρθροπόδων Χ. Κυριακούλη, Β. Χρηστάκη, Α.Τ. Παπαδάκη και C. Ferrarì για την συμπαράσταση και βοήθειά τους στις δειγματοληψίες και στην επεξεργασία των δειγμάτων, καθώς επίσης και για τις στιγμές που περάσαμε μαζί εντός και εκτός εργαστηρίου.

Παρόλα αυτά, το μεγαλύτερο ευχαριστώ ανήκει στους φίλους μου και στην οικογένειά μου για όλη την συμπαράσταση, ηθική ή/και πρακτική, όπως επίσης και

για την αμέριστη βοήθεια, καθοδήγηση και αγάπη τους που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου όλα αυτά τα χρόνια.

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>3</b>
<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΕΣ.....</b>	<b>6</b>
<b>ΚΕΦ. 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>10</b>
1.1 Στόχος Παρούσας Μελέτης.....	11
1.2. Γενικά Στοιχεία Περί Αρθροπόδων .....	12
1.3 Γενικά Στοιχεία Περί Κολεοπτέρων .....	12
1.4 Οργανισμός Μελέτης: Carabidae .....	13
1.4.1 Τα Carabidae στους Υγροτόπους .....	15
1.4.2 Τα Carabidae σε Ελλάδα .....	17
1.5 Περιοχές Μελέτης .....	18
1.5.1 Υγρότοποι.....	18
1.5.2 Τύποι Υγροτόπων .....	19
1.5.3 Υγρότοποι σε Ελλάδα και ειδικότερα στην Κρήτη .....	20
1.5.4 Γενικά στοιχεία περιοχών μελέτης .....	21
1.5.5 Αλμυρός Ποταμός (Ηράκλειο) .....	22
1.5.6 Εκβολή Αποσελέμη Ποταμού .....	27
1.5.7 Υγρότοπος Φαλασάρνων .....	28
1.5.8 Εκβολή Ποταμού Πετρέ .....	30
1.5.9 Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου .....	31
1.5.10 Εποχική λίμνη Ομαλού Χανίων .....	33
1.5.11 Εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου .....	36
<b>ΚΕΦ 2: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....</b>	<b>38</b>
2.1 Μέθοδος Δειγματοληψίας.....	39
2.1.1 Χωροθέτηση παγίδων παρεμβολής και πρόγραμμα δειγματοληψιών.....	40
2.1.2 Σταθμοί μελέτης .....	41
2.2 Ανάλυση Δεδομένων.....	46
2.2.1 Διαλογή Υλικού, Ταξινόμηση, Προσδιορισμοί Ειδών.....	46
2.2.2 Ποσοτικά δεδομένα .....	47
2.2.3 Μεθοδολογία συστηματικής παρουσίασης των ειδών .....	48
2.2.4 Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων .....	49
<b>ΚΕΦ 3: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>57</b>
3.1 Συστηματική και βιογεωγραφία .....	58



3.1.1 Διαλογή Υλικού Δειγματοληψίας.....	58
3.1.2 Προσδιορισμοί Οικογενειών Κολεοπτέρων .....	59
3.1.3 Τα Είδη των Carabidae .....	59
3.1.4 Πρώτες αναφορές και οι επιβεβαιώσεις ειδών .....	61
3.1.5 Συστηματική Παρουσίαση των Τάξων της οικογένειας Carabidae .....	62
3.1.6 Πρότυπα Κατανομής (ανάλυση πανιδικού στοιχείου) .....	87
3.1.7 Πανιδική Ομοιότητα Περιοχών Μελέτης.....	90
3.2 Πρότυπα οργάνωσης των βιοκοινοτήτων .....	95
3.2.1 Πλούτος Ειδών, Ποικιλότητα και Αφθονία.....	95
3.2.2 Συχνότητα εμφάνισης και αφθονία ειδών .....	97
3.2.3 Εποχική Διακύμανση.....	100
3.3 Οικολογικές Παράμετροι .....	103
3.3.1 Βιοτοπική Προτίμηση Τάξων .....	103
3.3.2 Πτητική Ικανότητα Ειδών .....	107
3.3.3 Σωματικό Μέγεθος .....	110
3.3.4 Διατροφική Συνήθεια .....	112
<b>ΚΕΦ 4: ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....</b>	<b>115</b>
4.1 Συστηματική.....	116
4.2 Σύνθεση Βιοκοινοτήτων και Βιοποικιλότητα .....	119
4.3 Βιογεωγραφία και Βιοτοπική προτίμηση.....	124
4.4 Εποχική Διακύμανση .....	127
4.5 Οικολογικά χαρακτηριστικά .....	128
<b>ΚΕΦ 5: ΣΥΝΟΨΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΑ</b>	
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>130</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>133</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ-ΠΙΝΑΚΕΣ .....</b>	<b>142</b>

## **ΚΕΦ. 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

## 1.1 Στόχος Παρούσας Μελέτης

Βάσει των σύγχρονων αντιλήψεων περί προστασίας του περιβάλλοντος, τα υγροτοπικά συστήματα θεωρούνται σημαντικοί ρυθμιστές της υδρολογικής κατάστασης των τοπίων και συμβάλλουν στη χωρική και οικολογική ποικιλότητα, παρέχοντας ενδιαιτήματα για πολλά εξειδικευμένα είδη φυτών και ζώων (Naveh and Lieberman 1983, Porhajašová et al. 2010). Επιπλέον, οι υγρότοποι θεωρούνται ως οικοσυστήματα διεθνούς υψηλής διαχειριστικής σημασίας και γενικότερα έχουν χαρακτηριστικό τη μεγάλη ετερογένεια των οικοτόπων τους, αλλά και τη μεγάλη τους βιοποικιλότητα (Naveh and Lieberman 1983).

Για την διερεύνηση του κατά πόσο η ετερογένεια των οικοτόπων αντανακλάται και στη σύνθεση των βιοκοινοτήτων που επικρατούν στους κρητικούς υγροτόπους, επιλέχθηκε η ζωική ομάδα των κολεοπτέρων, η οποία αποτελεί μια εκ των πολυπληθέστερων και πιο διαφοροποιημένων τάξεων των εντόμων. Ως εκ τούτου, επιλέχθηκε για την μελέτη αυτή η οικογένεια Carabidae, η οποία είναι από τις πιο άφθονες και ευαίσθητες οικολογικά ομάδες στα υγροτοπικά οικοσυστήματα, ενώ ταυτόχρονα θεωρείται μια από τις πλέον ενδεδειγμένες για βιογεωγραφική και οικολογική έρευνα, καθώς χρησιμοποιείται συχνά ως οικολογικός δείκτης (Niemi and McDonald 2004).

Έτσι, γενικός στόχος της παρούσας μελέτης είναι η συμπλήρωση της γνώσης για την κολεοπτεροπανίδα στους κρητικούς υγροτόπους. Μέχρι σήμερα, οι περισσότερες έρευνες για την κολεοπτεροπανίδα στην Κρήτη αφορούσαν στα ευρύτερα διαδομένα οικοσυστήματα του νησιού (φρύγανα και μακία). Ως εκ τούτου, οι περιοχές μελέτης που επιλέχθηκαν βρίσκονται διασκορπισμένες σε όλο το εύρος του νησιού και καταλαμβάνουν δύο διαφορετικές ομάδες υγροτόπων (παράκτιοι και ορεινοί).

Επιμέρους στόχοι της μελέτης αυτής είναι:

- ✚ η καταγραφή του πλούτου των ειδών και της ποικιλότητας των Carabidae στους κρητικούς υγροτόπους
- ✚ η διερεύνηση των βιογεωγραφικών προτύπων κατανομής των ειδών με σκοπό τις απαντήσεις σε ερωτήματα σχετικά με την προέλευση της πανίδας αυτής
- ✚ η μελέτη των εποχικών προτύπων των ειδών
- ✚ η διερεύνηση των σπουδαιότερων περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών που επιβάλλουν τη δεδομένη σύνθεση των βιοκοινοτήτων των Carabidae στους υγροτόπους της Κρήτης (πχ. συμμετοχή του τύπου βλάστησης στη σύνθεση των ειδών, του τύπου εδάφους, της μόνιμης ή παροδικής υδατοκάλυψης, του υψομέτρου, κλπ.)
- ✚ η διερεύνηση των οικο-μορφολογικών χαρακτηριστικών των ειδών στους κρητικούς υγροτόπους (functional ecology) όπως πχ. οι διατροφικές συνήθειες, το μέγεθος των ειδών και η ικανότητα πτήσης

Παράλληλα, από τις δειγματοληψίες που έγιναν συγκεντρώθηκε υλικό, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επιπρόσθετες μελέτες των υπόλοιπων κολεοπτέρων ή ακόμα και των υπόλοιπων τάξεων των αρθροπόδων. Συγκεκριμένα, λόγω της μεθόδου δειγματοληψίας (pitfall traps), η οποία θεωρείται ιδανική για όλα σχεδόν τα εδαφικά αρθρόποδα, μπορούν να γίνουν μελέτες για αυτά τα ζώα και να εμπλουτίσουν σημαντικά την υπάρχουσα γνώση για τη βιοποικιλότητα και δομή των ειδών στα διάφορα υγροτοπικά συστήματα.

## 1.2. Γενικά Στοιχεία Περί Αρθροπόδων

Λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό ειδών, τον αριθμό των ατόμων, ή ακόμη και τη βιομάζα, καταλήγει κανείς στο συμπέρασμα ότι τα αρθρόποδα αποτελούν τους κυρίαρχους οργανισμούς στα χερσαία οικοσυστήματα (Kremen et al. 1993). Όντας κυρίαρχα, τα χερσαία αρθρόποδα, κατέχουν ζωτική σημασία στη λειτουργία των οικοσυστημάτων τόσο με τη μεγάλη τους αφθονία, όσο και με τη λειτουργική τους ποικιλομορφία (Saska et al. 2013).

Στη περιοχή της Μεσογείου, πολλά από τα είδη αρθροπόδων χαρακτηρίζονται από μια ευρεία κατανομή (Poinsot-Balaguer 1988) και σύμφωνα με τους Taglianti et al. (1999) διακρίνονται 2 βασικοί τύποι κατανομών (χωρότυποι), ανατολικομεσογειακή και δυτικομεσογειακή, με τη γραμμή διαχωρισμού να βρίσκεται πρωτίστως κατά μήκος της Ιταλικής Χερσονήσου. Στην ανατολική Μεσόγειο, τα αρθρόποδα, παρουσιάζουν εμφανώς διαφοροποιημένη εικόνα σε σχέση με τα πιο πάνω και αυτό οφείλεται στην ιδιαιτερότητα της παλαιογεωγραφικής ιστορίας της. Δηλαδή, αρκετές ομάδες αρθροπόδων όπως για παράδειγμα τα κολεόπτερα, οι αράχνες, οι σκορπιοί, οι αράχνες και τα ισόποδα παρουσιάζουν έντονο ενδημισμό (Sfenthourakis and Legakis 2001, Chatzimanolis et al. 2003, Kaltsas et al. 2008).

## 1.3 Γενικά Στοιχεία Περί Κολεοπτέρων

Τα κολεόπτερα είναι μια τάξη οργανισμών στην ομοταξία των εντόμων και αποτελούν την πολυπληθέστερη και πιο διαφοροποιημένη τάξη στα έντομα, αλλά και στα αρθρόποδα γενικότερα με τον αριθμό των ειδών να ξεπερνά τα 350.000 παγκοσμίως (Footit and Adler 2009, van Emden 2013). Επίσης, τα κολεόπτερα, χωρίζονται ταξινομικά σε 4 υποτάξεις με πολυπληθέστερες την υπόταξη Πολυφάγα με περισσότερα από 300.000 είδη και την υπόταξη Αδηφάγα με 37.000 περίπου είδη (Hunt et al. 2007). Οι άλλες 2 υποτάξεις είναι η υπόταξη Μυξοφάγα με 94 είδη και η υπόταξη Αρχοστέματα με 40 είδη (Hunt et al. 2007). Εν ολίγοις, αποτελούν τη μεγαλύτερη ζωική ομάδα, αφού κατέχουν το 40% όλων των ειδών των εντόμων, αλλά και το 30% όλων των ζωικών ειδών (Grimaldi and Engel 2005).

Το όνομα Κολεόπτερα προέρχεται από τις λέξεις "κολεός" και "φτερό". Ο κολεός αποτελεί το κύριο χαρακτηριστικό όλων των κολεοπτέρων και υποδηλώνει το

γεγονός ότι το πρώτο ζευγάρι φτερών στο μεσοθώρακα του εντόμου έχει σκληρυνθεί, με αποτέλεσμα να σχηματίζει ένα σκληρό περίβλημα ή θήκη (έλυτρα) για το δεύτερο ζευγάρι φτερών του μεταθώρακα. Ο κολεός των κολεοπτέρων δεν συνεισφέρει καθόλου στο πέταγμα, ενώ μπορεί να ειπωθεί πως εμποδίζει έμμεσα την πτήση λόγω του αυξημένου βάρους του. Εντούτοις, η παρουσία του και η διατήρησή του κατά την εξέλιξη οφείλεται στο γεγονός πως προσφέρει προστασία στο δεύτερο ζεύγος φτερών, αλλά και προστασία στο ζώο από θηρευτές και από άλλες ακραίες περιβαλλοντικές καταστάσεις, ενώ ελέγχει την αναπνοή και την απώλεια νερού από το σώμα (Harde and Hammond 1998). Το γεγονός αυτό, αλλά και ο πολύ μεγάλος αριθμός ειδών (σε σχέση με άλλες ζωικές ομάδες) υποστηρίζουν την "εξελικτική επιτυχία" και το "προσαρμοστικό δυναμικό" που κατέχουν τα κολεόπτερα σε σχεδόν όλους τους τύπους οικοσυστημάτων (Petitpierre 1987).

Ως εκ τούτου, τα κολεόπτερα, έχουν καταλάβει σχεδόν όλους τους τύπους ενδιαιτημάτων και αυτό οφείλεται πρωτίστως στις πολλές προσαρμογές τους. Δηλαδή, μπορεί να τα συναντήσει κανείς είτε επιφανειακά, είτε βαθύτερα στο έδαφος, ή ακόμη και στη φυλλοστρωμή (Richards and Davies 1977). Επίσης, είναι επί το πλείστον χερσαία ενώ αρκετά είδη (περίπου 5.000) ζουν σε γλυκά νερά (Gillott 2005). Επιπλέον, υπάρχει και αρκετή διατροφική διαφοροποίηση ανάμεσα στα διάφορα είδη και ομάδες κολεοπτέρων. Συγκεκριμένα, τα περισσότερα είδη είναι φυτοφάγα, ενώ αρκετά είδη (κυρίως από τα Αδηφάγα) είναι σαρκοφάγα. Επίσης, μερικά είδη είναι σαπροφάγα, μυκητοφάγα, κοπροφάγα και ακόμη πιο λίγα είδη παρασιτούν.

Οι Bouchard et al. (2011) μάζεψαν όλα τα γνωστά δεδομένα για τις οικογένειες των σημερινών και απολιθωμένων κολεοπτέρων με σκοπό να φτιαχτεί ένας κατάλογος με όλες τις οικογένειες των κολεοπτέρων. Το αποτέλεσμα της μελέτης τους έδειξε την παρουσία 24 υπεροικογενειών και 211 οικογενειών (Bouchard et al. 2011) με τις μεγαλύτερες να είναι τα Curculionidae, τα Staphylinidae, τα Chrysomelidae, τα Carabidae, τα Scarabaeidae και τα Cerambycidae με περισσότερα από 20.000 είδη στην κάθε μια, τα οποία μάλιστα συγκροτούν το 62% των κολεοπτέρων (Footitt and Adler 2009).

#### 1.4 Οργανισμός Μελέτης: Carabidae

Στην παρούσα μελέτη, το αντικείμενο έρευνας είναι τα Carabidae, τα οποία αποτελούν μια από τις μεγαλύτερες και πιο διαφοροποιημένες οικογένειες κολεοπτέρων, αφού παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία στη μορφολογία τους, στον τρόπο ζωής τους, αλλά και στις οικολογικές προσαρμογές τους (Arndt et al. 2011). Τα Carabidae ανήκουν στην υπόταξη Αδηφάγα, πράγμα που δηλώνει πως πολλά είδη είναι σαρκοφάγα, ενώ ο αριθμός των ειδών τους προσεγγίζει τις 35.000 στον κόσμο, εκ των οποίων τα 3.000 μπορούν να συναντηθούν στην Ευρώπη (Lorenz 2005).

Τα Carabidae είναι ζώα που εμφανίζουν εύρος μήκους σώματος μεταξύ 0,7 mm και 80 mm, δηλαδή παρουσιάζεται μεγάλη ποικιλομορφία στο μέγεθος, ακόμη και σε διαφορετικά άτομα του ίδιου είδους (Arndt et al. 2011). Επίσης, τα περισσότερα είδη είναι νυκτόβια, αλλά υπάρχουν ορισμένα, τα οποία είναι ημερόβια (Arndt et al. 2011). Ένα καθοριστικό μορφολογικό χαρακτηριστικό των Carabidae είναι η ποικιλομορφία του δεύτερου ζεύγους φτερών. Συγκεκριμένα, αν και τα περισσότερα είδη παρουσιάζουν πλήρως ανεπτυγμένα φτερά, υπάρχουν αρκετά είδη τα οποία μπορούν να παρουσιάσουν είτε βραχυπτερία, είτε απτερία. Επίσης, κάποια είδη Carabidae μπορούν να εμφανίσουν διμορφισμό, δηλαδή μερικά άτομα να έχουν φτερά, ενώ κάποια άλλα να μην έχουν (Darlington 1943, Dajoz 2002). Το γεγονός αυτό παίζει καθοριστικό ρόλο στην ικανότητα διασποράς των ειδών. Δηλαδή, τα μακρόπτερα είδη κατέχουν μεγαλύτερη ικανότητα διασποράς από τα βραχύπτερα/άπτερα, τα οποία για επιβίωση πρέπει να επενδύσουν στη δυνατότητα καθιέρωσής τους σε ένα ενδιαίτημα (Zalewski and Ulrich 2006). Αυτή η διαφορετικότητα στη μορφολογία των φτερών είναι ένα κοινό σχετικά φαινόμενο στην ομοταξία των εντόμων (Wagner and Liebherr 1992). Συγκεκριμένα, στα Carabidae, το 10% των ειδών που εμφανίζονται σε εύκρατες περιοχές, παρουσιάζονται ως άπτερα (Wagner and Liebherr 1992).

Τα διάφορα είδη της οικογένειας αυτής, ανάλογα με τη μορφολογία του δεύτερου ζεύγους φτερών τους, μπορούν να χαρακτηριστούν μονομορφικά, διμορφικά, ή πολυμορφικά (Aukema 1995). Δηλαδή, στην κατηγορία των μονομορφικών, ανήκουν τα είδη που παρουσιάζουν μόνο μια μορφή φτερών (άπτερα, βραχύπτερα, ή μακρόπτερα), ενώ στα διμορφικά ανήκουν τα είδη που εμφανίζουν 2 μορφές φτερών (δηλαδή να είναι και άπτερα και μακρόπτερα). Τέλος, στα πολυμορφικά βρίσκονται τα είδη, τα οποία παρουσιάζουν ποικιλία μορφών, δηλαδή ποικιλία μεγέθους του δεύτερου ζεύγους φτερών (Aukema 1995).

Ως εκ τούτου, τα βραχύπτερα και τα άπτερα είδη δεν έχουν την δυνατότητα της πτήσης, ενώ τα μακρόπτερα είδη έχουν δυνητικά την ικανότητα να πετούνε. Η μορφολογία αυτή στα φτερά εξαρτάται από τουλάχιστον 2 αλληλόμορφα σε έναν γενετικό τόπο και αυτό δείχθηκε από διάφορες μελέτες (Lindroth 1946, Desender 1989). Επίσης, θεωρείται πως όσο πιο σταθερός και παλιός ηλικιακά είναι ένας πληθυσμός, τότε μεγαλύτερο θα είναι το ποσοστό των άπτερων ατόμων, ενώ μεγαλύτερα ποσοστά μακρόπτερων ατόμων εμφανίζονται σε νεαρούς πληθυσμούς και σε ασταθή περιβάλλοντα (Bonn et al. 2002).

Τα Carabidae είναι μεσόφιλοι και εδαφόβιοι οργανισμοί, οι οποίοι συναντώνται σε όλους τους χερσαίους βιότοπους και σε πολλές περιπτώσεις σε υψηλές τιμές ποικιλότητας και αφθονίας (Arndt et al. 2011). Επιπλέον, όπως έχει προαναφερθεί, ανήκουν στην υπόταξη Αδηφάγα και τα περισσότερα όντας σαρκοφάγα, τρέφονται με κολλέμβολα, υμενόπτερα, αράχνες, χειλόποδα, προνύμφες και αυγά άλλων κολεοπτέρων. Εκτός από αυτά, μερικές ομάδες Carabidae μπορεί να είναι παμφάγα, ή ακόμη και φυτοφάγα (Lövei and Sunderland 1996, Dajoz 2002).

Η οικογένεια Carabidae αποτελεί μια από τις καλύτερα και περισσότερο μελετημένες οικογένειες κολεοπτέρων, με τις συνολικές έρευνες να φτάνουν σε πολλές χιλιάδες. Οι έρευνες αυτές αφορούν τη συστηματική τους, την οικολογία τους και τη βιογεωγραφία τους. Έτσι, επιλέγοντας αυτή την οικογένεια για την διεκπεραίωση της έρευνας, λήφθηκαν υπόψη κάποια χαρακτηριστικά των Carabidae, αλλά επίσης και η οικολογία τους. Συγκεκριμένα, τα Carabidae όπως έχει προαναφερθεί, μπορούν να απαντηθούν σε κάθε τύπου χερσαίο οικοτόπο παρουσιάζοντας ευρεία κατανομή, ενδημισμούς (Darlington 1943), καθώς επίσης και ανταποκρίσεις σε μεταβολές των βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων (Lövei and Sunderland 1996). Επίσης, ακόμη ένα χαρακτηριστικό που τα καθιστά ιδανικό αντικείμενο έρευνας, είναι η ευκολία συλλογής τους. Δηλαδή, ως εδαφόβιοι οργανισμοί, μπορούν να συλλεχθούν με σχετική ευκολία από διάφορους οικοτόπους, με τη χρήση των παγίδων παρεμβολής (pitfall traps) (Greenslade 1964, Greenslade and Greenslade 1971), οι οποίες χρησιμοποιούνται κατά κόρον για τη συλλογή αρκετών εδαφόβιων αρθροπόδων (Baars 1979, Luff et al. 1989, Santos et al. 2002).

Εκτός από αυτά, αυτή η οικογένεια κολεοπτέρων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απάντηση διάφορων ερωτημάτων ή και για τον έλεγχο διάφορων υποθέσεων περί οικολογίας και εξέλιξης (Niemelä 1996), καθώς επίσης και για διαχειριστικούς σκοπούς (Desender et al. 1994). Οι οργανισμοί αυτοί, παρουσιάζουν ποικιλία αποκρίσεων σε διάφορες περιβαλλοντικές διαταραχές (Desender et al. 1994, Rainio and Niemelä 2003), ενώ ταυτόχρονα εμφανίζουν ευαισθησία σε διάφορες περιβαλλοντικούς παραμέτρους, όπως παραδείγματος χάριν η υγρασία, η θερμοκρασία, ο τύπος βλάστησης, το pH και το υψόμετρο (Luff et al. 1989, Dajoz 2002, Botes et al. 2007).

#### 1.4.1 Τα Carabidae στους Υγροτόπους

Όπως έχει προαναφερθεί, στη σύγχρονη εποχή, τα υγροτοπικά συστήματα θεωρούνται σημαντικοί ρυθμιστές της υδρολογικής κατάστασης των τοπίων και συμβάλλουν στη χωρική και οικολογική ποικιλότητα, παρέχοντας ενδαιτήματα για πολλά εξειδικευμένα είδη φυτών και ζώων (Naveh and Lieberman 1983, Porhajašová et al. 2010). Επίσης, θεωρούνται ως οικοσυστήματα διεθνούς υψηλής διαχειριστικής σημασίας και γενικότερα έχουν χαρακτηριστικό τη μεγάλη ετερογένεια των οικοτόπων τους, αλλά και τη μεγάλη τους βιοποικιλότητα (Naveh and Lieberman 1983). Σύμφωνα λοιπόν με την υπόθεση της περιβαλλοντικής ετερογένειας, η αύξηση του αριθμού των ενδαιτημάτων οδηγεί στην αύξηση του αριθμού των ειδών (MacArthur and MacArthur 1961). Επιπλέον, έχει διατυπωθεί πως και οι μικροί υγρότοποι συνεισφέρουν σε πολύ μεγάλο βαθμό στην βιολογική ποικιλότητα μιας μεγαλύτερης περιοχής, εφόσον κι αυτοί παρουσιάζουν ιδιαίτερα ψηλές τιμές ποικιλότητας και προσφέρουν ενδαιτήματα σε σπάνια ζώα (Scheffer et al. 2006).

Έχει ήδη αναφερθεί πως ο μεγαλύτερος κίνδυνος για τους υγροτόπους προκύπτει μέσα από τις διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες και κυρίως μετά την

ανάπτυξη της γεωργίας. Επίσης, οι κύριες δραστηριότητες που προκαλούν προβλήματα στα οικοσυστήματα αυτά, είναι οι εγκαταστάσεις οικισμών, η εκμετάλλευση του νερού και η ανάπτυξη διάφορων καλλιεργειών. Όλα αυτά συντείνουν στην υποβάθμιση των υγροτόπων και στη σημερινή εποχή πλέον, οι υγρότοποι, αντιπροσωπεύονται από υπολείμματα ή/και κατακερματισμένα μέρη των αρχικών υγροτόπων.

Τα Carabidae, αποτελούν μια ιδιαίτερα ευαίσθητη ομάδα ζώων σε αλλαγές περιβαλλοντικών παραμέτρων, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η βλάστηση και το υψόμετρο (Lindroth 1946, Thiele 1977, Luff et al. 1989, Dajoz 2002), ενώ πολλά τάξα είναι εξειδικευμένες στα υγροτοπικά ενδιαιτήματα (Sustek 1994). Μεταβολές που πιθανόν να παρουσιαστούν στο περιβάλλοντα χώρο των υγροτόπων, επηρεάζουν σε πολύ μεγάλο βαθμό τα ζώα αυτά και ως εκ τούτου χαρακτηρίζονται ως ιδιαίτερος ευαίσθητα σε μεταβολές των υγροτοπικών χαρακτηριστικών (Boscaini et al. 2000). Επιπλέον, το φάσμα ενδιαιτημάτων που καταλαμβάνουν εξαρτάται από τις διάφορες μορφολογικές, συμπεριφορικές και φυσιολογικές τους προσαρμογές, ενώ χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι αν και τα περισσότερα είναι θηρευτές, εντούτοις σχετίζονται περισσότερο με τη δομή των ενδιαιτημάτων παρά με την τροφική αλυσίδα.

Όσον αφορά την κατανομή των Carabidae, υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που φαίνεται να διαδραματίζουν τον δικό τους ρόλο. Συγκεκριμένα, η κατανομή των ζώων εξαρτάται κυρίως από την υδρολογική κατάσταση, τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών, την κατάσταση του υποστρώματος, το υψόμετρο, την ηλιοφάνεια, την υγρασία, τη χρήση γης, τη βλάστηση και τον ανταγωνισμό (Loreau 1989, Holmes et al. 1993, Lott 1996, Brose 2003, Do et al. 2012, Moran et al. 2012). Σε ένα οικοσύστημα υγροτόπου, το ποσοστό υγρασίας μεταβάλλεται από περιοχή σε περιοχή και ειδικότερα από ενδιαιτήμα σε ενδιαιτήμα και ως εκ τούτου θεωρείται ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που διαφοροποιούν την κατανομή των ζώων στον χώρο.

Όπως προαναφέρθηκε, οι ανθρώπινες δραστηριότητες σε υγροτόπους, αποτελούν συνήθεια στη σημερινή εποχή και από αυτό το γεγονός, οι περισσότεροι πληθυσμοί Carabidae, επηρεάζονται είτε πολύ είτε λίγο. Οι επιδράσεις τέτοιων δραστηριοτήτων διαφέρουν από είδος σε είδος, όμως στα περισσότερα είδη, οι επιπτώσεις είναι αρνητικές. Σημαντικός παράγοντας αποτελεί η ικανότητα διασποράς, αφού είδη με μικρή ικανότητα διασποράς φαίνεται να επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό, σε αντίθεση με είδη με υψηλή ικανότητα διασποράς (Ribera et al. 2001). Επιπλέον, οι δραστηριότητες μπορούν να επιφέρουν και περιβαλλοντικές διαταραχές και μεταβολές. Οι απαιτήσεις των ειδών ποικίλλουν και ως εκ τούτου τέτοιες μεταβολές μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τα ευαίσθητα είδη (Rainio and Niemelä 2003).

Σε οικοσυστήματα υγροτόπων, μπορεί να απαντηθεί μεγάλη ποικιλία ειδών Carabidae στην Ολαρκτική περιοχή και ειδικότερα στην περιοχή της Μεσογείου



(Freude et al. 2004). Η οικολογία, η βιογεωγραφία, η εξέλιξη, η συστηματική και η φυλογένεση των Carabidae έχουν μελετηθεί εκτεταμένα από αρκετούς ερευνητές σε όλη την Ευρώπη. Οι Kotze et al. το 2011 δημοσίευσαν ένα άρθρο όπου παρουσιάζεται η έρευνα για τα Carabidae στην Ευρώπη τις 4 τελευταίες δεκαετίες (Kotze et al. 2011). Ο Ashworth το 1996 μελέτησε την ιστορία των Carabidae και έδειξε πως οι κλιματικές αλλαγές του Τεταρτογενούς δεν επηρέασαν αρνητικά τα ζώα αυτά, αλλά και πως οι μελλοντικές κλιματικές αλλαγές δεν θα τα επηρεάσουν σημαντικά, ενώ οι εξαφανίσεις ειδών θα οφείλονται σε άλλους ανθρώπινους παράγοντες (Ashworth 1996). Οι Pardo et al. το 2008 μελέτησαν τις βιοκοινότητες των Carabidae και των Tenebrionidae σε παράκτιους υγροτόπους μεσογειακών οικοσυστημάτων (Pardo et al. 2008). Επιπλέον, ο Ottesen το 1985 μελέτησε τα πρότυπα δραστηριότητας των Carabidae σε βουνά της Σκανδιναβίας (Ottesen 1985), ενώ οι Lindroth (1946) Desender (1989) και Aukema (1995) μελέτησαν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και την κληρονομικότητά τους (Lindroth 1946, Desender 1989, Aukema 1995).

#### 1.4.2 Τα Carabidae σε Ελλάδα

Η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποικιλία ενδιαιτημάτων και αυτό οφείλεται κυρίως στον μεγάλο αριθμό των νησιών και νησίδων της, καθώς επίσης και στην αφθονία των ορεινών της όγκων (Arndt et al. 2011). Το γεγονός αυτό συμβάλλει στην αφθονία και τη μεγάλη ποικιλία ειδών Carabidae και συγκεκριμένα, σύμφωνα με τον κατάλογο των Arndt et al. (2011), μέχρι σήμερα έχουν καταγραφεί 933 είδη και 138 γένη, εκ των οποίων τα 219 είδη αποτελούν τα ενδημικά της Ελλάδας. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι ο αριθμός αναμένεται να αυξηθεί από νέες αναφορές και από την ταυτοποίηση νέων ενδημικών ειδών. Χαρακτηριστικό είναι πχ. το ότι ολόκληρο το γένος *Tarinopterus* (s.l., με πολλές δεκάδες είδη στα Βαλκάνια) βρίσκεται υπό αναθεώρηση, λόγω νέων ευρημάτων σε όλη την Ελλάδα (Arndt et al. 2011).

Η μεγάλη ποικιλία που εμφανίζεται στα είδη Carabidae στην Ελλάδα οφείλεται στη γεωγραφική της θέση σε συνδυασμό με τη βιογεωγραφική της ιστορία. Συγκεκριμένα, η Ελλάδα βρίσκεται στα όρια μεταξύ νοτιοανατολικής Ευρώπης, δυτικής Ασίας και βόρειας Αφρικής. Σημαντικό ρόλο στην αυξημένη ποικιλότητα φαίνεται να διαδραμάτισαν και οι παγετώδεις περίοδοι στο Πλειστόκαινο, αφού αρκετά ζώα ίσως να αναζήτησαν καταφύγιο στην περιοχή της Ελλάδας. Τέλος, ένας πολύ καθοριστικός παράγοντας που συμβάλλει στην ποικιλότητα των ειδών, είναι και ο ανθρώπινος παράγοντας, αφού ο άνθρωπος, βοήθησε στην εξάπλωση και διασπορά αρκετών ειδών από περιοχή σε περιοχή. Ως αποτέλεσμα, ο ελλαδικός χώρος αποτελεί κομβικό σημείο για τα παλαιαρκτικά ή και τα παλαιοτροπικά πανιδικά στοιχεία με μεγάλη ποικιλία προτύπων κατανομής (Arndt et al. 2011).

Όπως συμβαίνει και σε ολόκληρη την Ελλάδα, έτσι και στο νησί της Κρήτης, η ποικιλότητα στα είδη των Carabidae είναι αρκετά μεγάλη και συγκεκριμένα, ο αριθμός των ειδών ανέρχεται στα 249 (Arndt et al. 2011). Από αυτά τα 249 είδη, περίπου μόλις 15 είδη αποτελούν κρητικά ενδημικά και ο χαμηλός αριθμός τους οφείλεται πιθανώς στη γεωλογική/τεκτονική εξέλιξη του νησιού.

Στα τέλη του 19<sup>ου</sup> και σχεδόν ολόκληρο τον 20<sup>ο</sup> αιώνα, τα Carabidae δεν απασχόλησαν σε μεγάλο βαθμό Έλληνες ερευνητές, με αποτέλεσμα οι πρώτες πληροφορίες για την Ελλάδα και την Κρήτη να προέρχονται από ξένους επιστήμονες όπως ο Brullé, ο Heyden, ο Oertzen, ο Kiesenwetter, ο Reitter και ο Apfelbeck, ενώ σε μεταγενέστερες εποχές και μέχρι σήμερα, ασχολήθηκαν οι Guéorguiev, Giachino, Arndt, κλπ.. Τα τελευταία όμως χρόνια, αρκετοί Έλληνες ερευνητές προσφέρουν γνώσεις και μελέτες για τα ζώα αυτά. Καταρχάς, ο Τριχάς μελέτησε στη διατριβή του (Τριχάς 1996) την οικολογία και βιογεωγραφία των ειδών Carabidae στο νησιωτικό τόξο του νοτίου Αιγαίου, πιο πρόσφατα ο Καλτσάς (Καλτσάς 2009) μελέτησε τις βιοκοινότητες των ειδών Carabidae στα μακί της ανατολικής Μεσογείου και τέλος ο Αναστασίου είχε ως αντικείμενο μελέτης την οικολογία και βιογεωγραφία των Carabidae σε βουνά της Πελοποννήσου (Αναστασίου 2012).

Επίσης, αξίζει να σημειωθεί και η ύπαρξη μεγάλου αριθμού προπτυχιακών και μεταπτυχιακών εργασιών, οι οποίες είχαν επίκεντρο τα Carabidae. Τέτοιες εργασίες συνεισφέρουν στην καταγραφή των ειδών σε διάφορες περιοχές, καθώς επίσης και στην επέκταση της ήδη υπάρχουσας γνώσης για την οικολογία και τη βιογεωγραφία των ειδών. Τέτοιες εργασίες έχουν πραγματοποιηθεί σε αρκετά πανεπιστήμια της Ελλάδας και της Κύπρου από φοιτητές όπως οι Ασπραδάκη Ε. (Ασπραδάκη 2013), Μούσκου Ε. (Μούσκου 2014) και Παύλου Χ, (Παύλου 2013).

## 1.5 Περιοχές Μελέτης

### 1.5.1 Υγρότοποι

Η παρούσα μελέτη επικεντρώνεται στην βιοποικιλότητα των Carabidae στους κρητικούς υγροτόπους. Υγρότοποι, σύμφωνα με τη "Συνθήκη Ramsar" του 1971, ορίζονται ως οι "φυσικές ή τεχνητές περιοχές αποτελούμενες από έλη με ποώδη βλάστηση (marshes), από μη αποκλειστικώς ομβροδίαιτα έλη με τυρφώδες υπόστρωμα (fens) από τυρφώδεις γαίες ή νερό. Οι περιοχές αυτές είναι μόνιμα ή προσωρινά κατακλυσμένες από νερό, το οποίο είναι στάσιμο ή τρεχούμενο, γλυκό, υφάλμυρο ή αλμυρό και περιλαμβάνουν επίσης, εκείνες που καλύπτονται από θαλασσινό νερό, το βάθος του οποίου κατά τη ρηχία δεν υπερβαίνει τα έξι μέτρα". Επιπλέον, σε υγροτόπους συμπεριλαμβάνονται και οι "παρόχθιες ή παράκτιες ζώνες που συνορεύουν με υγροτόπους ή με νησιά ή με θαλάσσιες υδατοσυλλογές και που είναι βαθύτερες μεν από έξι μέτρα κατά τη ρηχία, αλλά βρίσκονται μέσα στα όρια του υγροτόπου" (Matthews 1993, Gerakis and Kalburtji 1998). Παραδείγματα τέτοιων υγροτόπων είναι οι ποταμοί, οι λίμνες, οι παρόχθιες περιοχές, οι αλυκές και τα έλη.

Παρόλα αυτά, ο υγρότοπος είναι εκ φύσεως πολύ δύσκολο να οριστεί, αφού περιλαμβάνει μια μεταβατική και δυναμική ζώνη. Ένας πιο εκλαϊκευμένος ορισμός μπορεί να θεωρηθεί εκείνος που αναφέρει ότι υγρότοπος είναι "ένας συλλογικός όρος για τα οικοσυστήματα των οποίων η λειτουργία καθορίζεται από την παρουσία νερού και των οποίων οι διεργασίες και τα γνωρίσματα ρυθμίζονται κατά μεγάλο μέρος από το νερό. Υγρότοπος είναι ένα μέρος που έχει παραμείνει υγρό επί τόσο χρόνο, ώστε να αναπτύξει ειδικά προσαρμοσμένη βλάστηση και οργανισμούς" (Maltby 1986).

Η σημασία των υγροτόπων είναι μεγάλης αξίας, αφού έχουν θεμελιώδη ρόλο στα φυσικά οικοσυστήματα, λόγω των πολλών λειτουργιών που επιτελούν (Hrubby et al. 1995, Hrubby 1999, Kentula 2002). Αυτός ο ρόλος που κατέχουν οι υγρότοποι, στα ελληνικά νησιά γίνεται ακόμη ισχυρότερος, αφού σε αυτές τις περιοχές επικρατεί το ημίξηρο περιβάλλον και ως εκ τούτου είναι καθοριστική η διατήρηση της βιοποικιλότητας που φιλοξενείται σε αυτούς τους υγροτόπους.

Τα οικοσυστήματα και οι βιότοποι που συναντώνται στους υγροτόπους, θεωρούνται ως πολύ ποικιλόμορφα, αλλά και πολύ απειλούμενα και ως εκ τούτου έχουν χαρακτηριστεί ως υψίστης διαχειριστικής σημασίας (Robinson et al. 2002, Naiman et al. 2010). Συγκεκριμένα, περίπου το 90% όλων των φυσικών κοιτών των ποταμών έχουν αποκατασταθεί ποιοτικά προκειμένου να επιτευχθεί η διατήρηση της πλούσιας χλωρίδας και πανίδας στην Ευρώπη (Pedroli et al. 2002).

Συμπερασματικά, οι νησιωτικοί υγρότοποι, αποτελούν οικοσυστήματα μεγάλης σημαντικότητας, αφού παίζουν σπουδαίο ρόλο στην όλη υδρολογία του νησιού. Επίσης, αποτελούνται από σπάνιους και διαφοροποιημένους τύπους υγροτόπων, οι οποίοι φιλοξενούν, σπάνια (αλλά και κοινά), ή ακόμη και ενδημικά είδη και αποτελούν σταθμούς για μεταναστευτικά πτηνά. Η επικεντρωμένη μελέτη σε υγροτόπους, ξεκίνησε πριν από λίγες δεκαετίες, αφότου έγινε γνωστή η καίρια σημασία τους, αλλά και η μεταβατική (από χερσαία με θαλάσσια οικοσυστήματα) τους φύση (Μαντζαβέλας και Ζαλίδης 1994).

### 1.5.2 Τύποι Υγροτόπων

Η ταξινόμηση των διάφορων τύπων υγροτόπων ακολουθεί τη "Συνθήκη Ramsar" του 1971. Συγκεκριμένα, οι υγρότοποι χωρίζονται σε 3 κατηγορίες, τους θαλάσσιους και παράκτιους, τους εσωτερικούς και τους τεχνητούς (Γεράκης 1993). Στους θαλάσσιους και παράκτιους υγροτόπους συναντώνται οι εξής 11 τύποι υγροτόπων:

- ✓ Μόνιμα θαλάσσια ύδατα βάθους μικρότερου των 6 μέτρων κατά τη ρηχία
- ✓ Υποπαλιρροιακές υδρόβιες στρωμένες
- ✓ Κοραλλιογενείς ύφαλοι
- ✓ Βραχώδεις θαλάσσιες ακτές
- ✓ Αμμώδεις, χαλικώδεις και κροκαλώδεις παραλίες
- ✓ Εκβολικά ύδατα

- ✓ Διαπαλιρροιακά έλη
- ✓ Διαπαλιρροιακα ιλυώδη, αμμώδη και αλατούχα πεδία
- ✓ Διαπαλιρροιακοί δασωμένοι υγρότοποι
- ✓ Υφάλμυρες ως αλμυρές λιμνοθάλασσες με στενές διόδους επικοινωνίας με τη θάλασσα
- ✓ Αβαθείς λίμνες και έλη γλυκού νερού παράκτιας ζώνης

Στους εσωτερικούς υγροτόπους περιλαμβάνονται οι εξής 16 τύποι υγροτόπων:

- ✓ Ποταμοί και ρυάκια σε συνεχή ροή
- ✓ Ποταμοί και ρυάκια σε ασυνεχή ροή
- ✓ Εσωτερικά δέλτα
- ✓ Ποτάμιες πλημμυρογενείς πεδιάδες
- ✓ Μόνιμες λίμνες γλυκού νερού (>80 στρέμματα)
- ✓ Εποχικές λίμνες γλυκού νερού (>80 στρέμματα)
- ✓ Μόνιμες και εποχικές υφάλμυρες, αλμυρές, ή αλκαλικές λίμνες, πλημμυρογενή πεδία και έλη
- ✓ Μόνιμες λιμνούλες γλυκού νερού (<80 στρέμματα) και μόνιμα έλη γλυκού νερού
- ✓ Εποχικές λιμνούλες γλυκού νερού (<80 στρέμματα) και εποχικά έλη γλυκού νερού
- ✓ Έλη με θάμνους
- ✓ Δάσος σε έλος γλυκού νερού
- ✓ Τυρφώδεις γαίες
- ✓ Δασωμένες τυρφώδεις γαίες
- ✓ Αλπικοί υγρότοποι και υγρότοποι τούνδρας
- ✓ Πηγές γλυκού νερού, οάσεις
- ✓ Γεωθερμικοί υγρότοποι

Τέλος, στους τεχνητούς υγροτόπους περιλαμβάνονται οι εξής:

- ✓ Περιοχές αποθηκείσεως νερού
- ✓ Λιμνούλες αγροκτημάτων
- ✓ Λιμνούλες υδατοκαλλιεργειών
- ✓ Υγρότοποι από εκμετάλλευση αλατιού
- ✓ Υγρότοποι από εκσκαφές σε λατομεία και ορυχεία
- ✓ Υγρότοποι που δημιουργούνται για επεξεργασία λυμάτων
- ✓ Υγρότοποι αρδευομένων γαιών
- ✓ Εποχικώς πλημμυριζόμενες καλλιεργούμενες γαίες

### 1.5.3 Υγρότοποι σε Ελλάδα και ειδικότερα στην Κρήτη

Η μελέτη και η απογραφή των διάφορων υγροτόπων της Ελλάδας, ξεκίνησε κυρίως από τη δεκαετία του '80. Μέχρι τότε όμως, οι διάφορες καλλιέργειες, οι εγκατάσταση οικισμών και γενικότερα η μεταχείρισή τους από τον άνθρωπο, οδήγησε

στην καταστροφή πέραν του 60% των ελληνικών υγροτόπων. Παρόλα αυτά, η Ελλάδα, θεωρείται πως είναι μια χώρα πλούσια σε υγροτόπους, συγκριτικά με άλλες (Γεράκης 1993).

Μέχρι το 1980, η βιολογική πληροφορία για τους υγροτόπους της Ελλάδας ήταν μηδαμινή και οι μόνες πληροφορίες προέρχονταν από μικρές μελέτες ορνιθολόγων ή ερασιτεχνών φυσιολογών. Η πρώτη απογραφή των ελληνικών υγροτόπων, πραγματοποιήθηκε το 1980 (Δωρικός 1981) και συνολικά απογράφηκαν 115 υγρότοποι (Γεράκης 1993). Τη διετία 1992-93 πραγματοποιήθηκε η πιο ολοκληρωμένη μελέτη και απογραφή των υγροτόπων στην Ελλάδα και δείχθηκε πως υπάρχουν 378 υγρότοποι, ενώ η συνολική τους έκταση ξεπερνά τα 2 εκατομμύρια στρέμματα (Μαντζαβέλας και Ζαλίδης 1994). Επίσης, ο μεγαλύτερος κίνδυνος για τους υγροτόπους στη σημερινή εποχή αποτελεί η υποβάθμισή τους μετά ανθρώπινες παρεμβάσεις (Γεράκης 1993).

Το 2006 πραγματοποιήθηκε απογραφή και μελέτη για τους υγροτόπους των νησιών του Αιγαίου, με αποτέλεσμα την καταγραφή 303 υγροτόπων σε 45 νησιά, εκ των οποίων οι 258 είναι φυσικοί, ενώ οι υπόλοιποι τεχνητοί (Κατσαδωράκης και Παραγκαμιάν 2006, 2007). Από τη μελέτη αυτή, βγαίνει το συμπέρασμα ότι ο αριθμός υγροτόπων στα νησιά εξαρτάται από την έκταση του νησιού, τη γεωμορφολογία του, το γεωλογικό υπόστρωμα και το κλίμα του (Κατσαδωράκης και Παραγκαμιάν 2006).

Όσον αφορά το νησί της Κρήτης, από έρευνες που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ 2004-2013 για το ερευνητικό πρόγραμμα "Προστασία των νησιωτικών υγροτόπων της Ελλάδας", καταγράφηκαν 228 υγρότοποι (Παραγκαμιάν 2013). Σε γενικές γραμμές, οι υγρότοποι της Κρήτης είναι πολλοί, μικροί, ευάλωτοι και έχουν μεγάλη σημασία για την επιβίωση διάφορων ειδών πανίδας και χλωρίδας. Εντούτοις, δοκιμάζονται καθημερινά από ρύπανση, εκχερσώσεις, δόμηση και γενικά από ανθρώπινες δραστηριότητες (Παραγκαμιάν 2013).

#### 1.5.4 Γενικά στοιχεία περιοχών μελέτης

Η παρούσα μελέτη επικεντρώθηκε σε 7 κρητικούς υγροτόπους, οι οποίοι βρίσκονται διασκορπισμένοι σε όλο το νησί. Επιλέχθηκαν 5 παράκτιοι που έχουν άμεση γειτνίαση με το θαλασσίνο νερό και 2 ορεινοί, οι οποίοι βρίσκονται σε 2 διαφορετικά οροπέδια και με υψόμετρο μεγαλύτερο των 1000 m. Συγκεκριμένα, 1 παράκτιος υγρότοπος βρίσκεται στην ανατολική πλευρά της Κρήτης (περιοχή Ξερόκαμπου), 3 ακόμη παράκτιοι στην κεντρική και βόρεια Κρήτη (εκβολές ποταμών Αποσελέμη, Αλμυρού και Πετρέ), 1 παράκτιος στη δυτική (τέλμα Φαλασάρνων) και 2 ορεινοί (Λευκά Όρη και Δίκητη). Τρεις από τους υγροτόπους χαρακτηρίζονται από μόνιμη παρουσία νερού (Αλμυρός ποταμός, Εκβολή Αποσελέμη, Εκβολή Πετρέ) και 4 με εποχική (Τέλμα Φαλασάρνων, Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου, Λίμνη Ομαλού Χανίων στα Λευκά Όρη, Λίμνη Ομαλού Βιάννου στο Δίκητη) (WWF Ελλάδα 2013).

Η έκταση των υγροτόπων της μελέτης κυμαίνεται από 1 έως 8 εκτάρια, ενώ εξαίρεση αποτελεί ο υγρότοπος του Ομαλού Βιάννου (Δίκη) που έχει έκταση περίπου 40 εκτάρια. Γενικά, έγινε επιλογή μικρών υγροτόπων σε μέγεθος, ενώ στο νησί υπάρχουν και αρκετά μεγαλύτεροι (όπως ο υγρότοπος της Γεωργιούπολης), οι οποίοι αξίζει να μελετηθούν σε επόμενες εργασίες ούτως ώστε να υπάρχει πιο εκτεταμένη αντίληψη της πανίδας στους κρητικούς υγροτόπους. Οι υγρότοποι μελέτης δέχονται νερό από τη βροχή, τη θάλασσα, ή/και από υπόγεια νερά.

Όσον αφορά τα ενδιαιτήματα και τη βλάστηση, αποτελούνται κυρίως από υγρόφιλη ή/και αλόφιλη χλωρίδα. Η χλωρίδα στους σταθμούς μελέτης αποτελείται κυρίως από φυτοκοινωνίες *Arthrocnemum* spp., *Salicornia* spp., *Juncus* spp., *Phragmites* spp., ενώ εμφανίζονται και φυτά με καθαρά αμμόφιλο ή και φρυγανικό χαρακτήρα, στις παρυφές. Η πανίδα σ' αυτές τις περιοχές χαρακτηρίζεται από πολλά είδη πτηνών, ερπετών, αμφιβίων και πληθώρα ασπόνδυλων.

### 1.5.5 Αλμυρός Ποταμός (Ηράκλειο)

#### Τοπογραφία

Ο υγρότοπος του Αλμυρού βρίσκεται 8 km δυτικά της πόλης του Ηρακλείου Κρήτης και αποτελείται από έναν ποταμό μόνιμης ροής, καθώς επίσης και μια καρστική πηγή. Η υφάλμυρη πηγή σχηματίζει λίμνη με διάμετρο 80 m, βάθος 20 m και απέχει από τη θάλασσα περίπου 1 km. Το νερό που αποτελεί τη λίμνη, φτάνει σε αυτή μέσω ενός καρστικού αγωγού. Ο ποταμός του Αλμυρού που καταλήγει στη λίμνη, έχει συνολικό μήκος 1800 m και εκβάλλει στο μέσο της κοιλότητας του κόλπου του Αλμυρού (Μυλωνάς κ.ά. 2000).

Η συνολική έκταση που καταλαμβάνει ο υγρότοπος ανέρχεται στα 389,5 στρέμματα, συμπεριλαμβανομένης της πηγής (λίμνης) και του ποταμού (WWF Ελλάς 2013). Σε όλη αυτή την έκταση, ο υγρότοπος Αλμυρού, παρουσιάζει ένα έντονο μωσαϊκό οικοτόπων. Συγκεκριμένα, απαντώνται 21 διαφορετικοί τύποι οικοτόπων, ενώ άξια αναφοράς η μεγάλη πίεση που δέχεται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες (Μυλωνάς κ.ά. 2000).

#### Γεωμορφολογία, Κλίμα και Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά

Η γεωλογία της περιοχής χαρακτηρίζεται από την επικράτηση των ασβεστολιθικών πετρωμάτων στα νοτιοανατολικά, από την κυριαρχία των κροκαλοπαγών στα κεντρικά, ενώ στην παράλια ζώνη επικρατούν τα αμμώδη. Η πηγή του υγροτόπου βρίσκεται στη βάση ασβεστολιθικής πλαγιάς του ρήγματος του Αλμυρού και αποτελεί μέρος ενός μεγάλου συνόλου καρστικών δομών, οι οποίες συνδέονται άμεσα μεταξύ τους (Μυλωνάς κ.ά. 2000).



Όσον αφορά το κλίμα της περιοχής, χαρακτηρίζεται ως εύκρατο μεσογειακό με θερμά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες. Η μέση ετήσια θερμοκρασία ανέρχεται στους 19°C με θερμότερους μήνες τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, ενώ οι ψυχρότεροι μήνες είναι ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος. Η μέση ετήσια τιμή βροχοπτώσεων ανέρχεται στα 481,5 mm, με το μεγαλύτερο μέρος της να προέρχεται από τους χειμερινούς μήνες. Η περιοχή έχει ως χαρακτηριστικό την μεγάλη περίοδο ηλιοφάνειας, ενώ τους χειμερινούς μήνες κυριαρχούν οι ασθενείς και μέτριοι άνεμοι (Μυλωνάς κ.ά. 2000).

Η παροχή νερού στην πηγή του Αλμυρού κυμαίνεται καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου μεταξύ των 4 m<sup>3</sup>/sec και των 70-80 m<sup>3</sup>/sec, ενώ η μέση ετήσια παροχή νερού ανέρχεται στα 240,4 εκατομμύρια m<sup>3</sup> (Maramathas et al. 2003). Επίσης, η αλατότητα της πηγής μεταβάλλεται συνεχώς και αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στις βροχοπτώσεις και στη γενικότερη παροχή νερού. Δηλαδή, όσο αυξάνονται οι βροχοπτώσεις η αλατότητα μειώνεται, ενώ αντίθετα τους καλοκαιρινούς μήνες, η στάθμη και ποσότητα του νερού μειώνεται και ως εκ τούτου η αλατότητα αυξάνεται (Γιάνναρου 2009).

Η περιοχή κατέχει σύνθετη γεωλογία και υδρογεωλογία και ως εκ τούτου, ο προσδιορισμός της περιοχής που υδροδοτεί την πηγή του Αλμυρού είναι αρκετά δύσκολος και έχει απασχολήσει αρκετούς ερευνητές (Γιάνναρου 2009). Σύμφωνα με μελέτες μετρήσεων αλατότητας και θερμοκρασίας νερού, προκύπτει το γεγονός ότι η πηγή Αλμυρού έχει επιρροές από δύο υδροφορείς (Arfib et al. 2001). Αυτοί οι υδροφορείς είναι ο υδροφορέας Τυλίσου-Κέρης και ο υδροφορέας Ίδης, ο οποίος φαίνεται να είναι ο βασικότερος υδροφορέας, αφού έχει μεγαλύτερη λεκάνη τροφοδοσίας καθώς και μεγαλύτερη ταχύτητα κυκλοφορίας (Γιάνναρου 2009).

### **Βλάστηση και Τύποι Οικοτόπων**

Το οικοσύστημα στον υγρότοπο Αλμυρού, έχει υπάρξει επίκεντρο προγραμμάτων για την εύρεση, ανάλυση και προστασία των διάφορων οικοτόπων του. Αυτές οι έρευνες πραγματοποιήθηκαν με συνεργασία του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης του Πανεπιστημίου Κρήτης και με βάση των διάφορων οικοτόπων στον κατάλογο της Οδηγίας 92/43 της Ευρωπαϊκής Ένωσης (1992) και το εγχειρίδιο ερμηνείας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, ορίστηκαν οι οικοτόποι που αποτελούν τον υγρότοπο του Αλμυρού (Μυλωνάς κ.ά. 1997, 2000).

Ως εκ τούτου, από την καταγραφή των οικοτόπων του υγροτόπου, αναγνωρίστηκαν 21 διαφορετικοί οικοτόποι από 10 ευρύτερες ομάδες, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν το 1/4 όλων των τύπων οικοτόπων που μπορεί να συναντήσει κανείς στην Κρήτη. Το γεγονός αυτό έρχεται σε αντίφαση με τη μικρή έκταση της περιοχής. Γενικά όλοι οι υγρότοποι, κατέχουν ζωτική σημασία όσον αφορά τους βιοτόπους τους, την πανίδα και τη χλωρίδα τους (Μυλωνάς κ.ά. 2000).

Οι 10 ευρύτερες ομάδες οικοτόπων συμπεριλαμβάνουν τους θαλάσσιους οικοτόπους, τα αλμυρά έλη και αλίπεδα, τις αμμώδεις παραλίες και θίνες, τα ρέοντα ύδατα, τα στάσιμα ύδατα, τους τυρφώνες και τους βάλτους, τα παρόχθια δάση, τη μακία και τα σκληρόφυλλα αειθαλή δάση. Το 70% των οικοτόπων στον υγρότοπο Αλμυρού, ανήκουν στις ομάδες που περιλαμβάνουν υδάτινους οικοτόπους, υγροτοπική χλωρίδα, καθώς επίσης και της χαρακτηριστικής μεσογειακής βλάστησης. Συγκεκριμένα, όλοι οι τύποι οικοτόπων που συναντώνται στον υγρότοπο Αλμυρού είναι οι:

- ✓ Λιβάδια Ποσειδωνίας
- ✓ Εκβολή Ποταμού
- ✓ Ύφαλοι
- ✓ Μονοετής Βλάστηση της Ακτογραμμής
- ✓ Μεσογειακά Αλίπεδα με βούρλα
- ✓ Μεσογειακά Αλίπεδα με *Salicornia* sp.
- ✓ Αλίπεδα με *Dittrichia viscosa*
- ✓ Εμβρυακές θίνες με *Otanthus maritimus*, *Eryngium maritimum*
- ✓ Θίνες Ακτογραμμής
- ✓ Σκληρά oligo-μεσοτροφικά ύδατα με βενθική βλάστηση χαροειδών
- ✓ Μεσογειακά εποχιακά τέλματα
- ✓ Ποταμοί της Μεσογείου με μόνιμη ροή
- ✓ Η επιπλέουσα βλάστηση υδροχαρών φυτών
- ✓ Φρύγανα με φλόμο
- ✓ Φρύγανα όλων των τύπων
- ✓ Καλαμιώνες
- ✓ Παρόχθιες στοές με αρμυρίκια
- ✓ Μακία με χαρουπιές
- ✓ Συστάδες Φοινίκων
- ✓ Δεντροστοιχίες με ευκάλυπτους
- ✓ Ελαιώνες

Όσον αφορά την χλωρίδα του οικοσυστήματος, αποτελείται από περίπου 200 είδη φυτών, 10 από τα οποία είναι ενδημικά του νησιού. Επίσης, είναι μία από τις λίγες περιοχές όπου θα συναντήσει κανείς τον Φοίνικα του Θεόφραστου (*Phoenix theophrasti*). Συγκεκριμένα, 1 γένος, 7 είδη και 2 υποείδη είναι κρητικά ενδημικά, όπως τα *Allium bourgaei* ssp. *creticum*, *Centaurea idaea*, *Cyclamen creticum*, *Ferulago hysiflora*, *Petromarula pinnata*, *Phlomis lanata* και *Staehelina petiolata*. Επιπλέον, συναντώνται και τουλάχιστον 8 είδη φυτών, τα οποία είναι ενδημικά στο Νότιο Αιγαίο όπως τα *Melica rectiflora*, *Asperula tournefortii* και *Sedum creticum*.



## Πανίδα

Ο υγρότοπος Αλμυρού αποτελεί ένα οικοσύστημα, στο οποίο υπάρχουν πολλά ενδιαιτήματα πολλών οργανισμών. Σε αυτούς του οργανισμούς συμπεριλαμβάνονται και χερσαίοι και θαλάσσιοι, καθώς επίσης και σπονδυλόζωα και ασπόνδυλα. Κάποιοι από αυτούς τους οργανισμούς, αποτελούν και ενδημικά είδη της Κρήτης.

Όσον αφορά τα ασπόνδυλα ζώα, τα ακριβή στοιχεία περί των ειδών και των αριθμών τους, προέρχονται κυρίως από βιβλιογραφικές αναφορές της παραλιακής ζώνης, καθώς επίσης και από μεμονωμένες δειγματοληψίες. Γενικά, έχουν αναγνωριστεί και καταγραφεί περίπου 115 είδη ασπόνδυλων, εκ των οποίων τα 18 είναι κρητικά ενδημικά (Μυλωνάς κ.ά. 2000). Συγκεκριμένα, αναφέρονται 27 είδη χερσαίων μαλακίων, από τα οποία 7 μπορούν να θεωρηθούν ενδημικά Κρήτης (Βαρδινογιάννη 1994). Τέλος, από τα έντομα, άξια αναφοράς η παρουσία τουλάχιστον 10 ειδών οδοντογνάθων, 6 ειδών ορθοπτέρων, 2 ειδών κουνουπιών που σχετίζονται άμεσα με τα στάσιμα νερά του υγροτόπου, καθώς επίσης και πολλά είδη κολεοπτέρων.

Επιπλέον, έχουν καταγραφεί 12 είδη αμφιβίων και ερπετών. Η Κρήτη έχει 3 είδη βατράχων, τα οποία συναντώνται όλα στον υγρότοπο Αλμυρού. Τα χερσαία σπονδυλόζωα εκπροσωπούνται στον Αλμυρό και από διάφορα πτηνά και θηλαστικά. Παρά την μικρή έκταση του υγροτόπου, φιλοξενούνται αρκετά είδη πτηνών και πολλά είναι μεταναστευτικά, λόγω της καίριας γεωγραφικής θέσης της Κρήτης. Μέχρι σήμερα έχουν καταγραφεί 206 είδη πτηνών, εκ των οποίων τα 146 είναι τακτικοί επισκέπτες και ορισμένα (32) από αυτά φωλιάζουν στον υγρότοπο. Σημαντικός επίσης ο αριθμός των τυχαίων επισκεπτών, ο οποίος ανέρχεται στα 60 είδη. Όλα αυτά τα πτηνά συσχετίζονται με περιοχές στον υγρότοπο με μόνιμη παρουσία νερού, με εποχιακή παρουσία νερού, με καλαμιώνες, με φρύγανα και με μακία βλάστηση. Σύμφωνα με δεδομένα του Birdlife International για την Ευρώπη, τα 115 είδη πτηνών που εμφανίζονται στην περιοχή συμπεριλαμβάνονται σε κατηγορίες κινδύνου, ενώ τα 42 βρίσκονται στον κόκκινο κατάλογο της Ευρώπης (Tucker et al. 1994). Τέλος, στον υγρότοπο του Αλμυρού αναφέρεται η παρουσία τουλάχιστον 8 ειδών θηλαστικών, όπως τα κουνάβια, οι μυγαλές και οι σκαντζόχοιροι.

## Ανθρώπινες Δραστηριότητες

Οι ανθρώπινες δράσεις και δραστηριότητες αποτελούν αναπόσπαστο μέρος σχεδόν όλων των υγροτόπων στον ελληνικό χώρο. Έτσι το ίδιο συμβαίνει και στην περίπτωση του Αλμυρού στο Ηράκλειο. Σε αυτές τις δραστηριότητες ανήκει η δόμηση, οι εγκαταστάσεις σπιτιών και κτιρίων, η βόσκηση, το κυνήγι, το ψάρεμα, το πέταμα σκουπιδιών, οι καλλιέργειες, η αναψυχή, οι περιφράξεις, οι επιχωματώσεις και οι εκχερσώσεις (Μυλωνάς κ.ά. 2000).

Ως αποτέλεσμα πολλών ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, τα τελευταία χρόνια, η συνολική έκταση του υγροτόπου έχει μειωθεί στα 2/3 της αρχικής. Η πίεση που δέχεται είναι πολύ μεγάλη, αφού καθημερινώς γίνονται εκφορτώσεις, σκουπιδιών, χωμάτων και πετρών, ενώ καθοριστικό ρόλο παίζουν και οι περιφράξεις περιοχών, είτε για βόσκηση, είτε για καλλιέργειες. Οι βασικοί οικοτόποι με εποχιακά τέλματα και καλαμιώνες έχουν συρρικνωθεί σε μεγάλο βαθμό λόγω των επιχωματώσεων και ως αποτέλεσμα αρκετά τμήματα του υγροτόπου φτωχαίνουν σε πτηνά και ζώα.

Μεγάλη καταστροφή του οικοσυστήματος προκαλείται και από την ανεξέλεγκτη βόσκηση, καθώς πολλοί οικοτόποι καταστρέφονται και πολλά είδη φυτών κινδυνεύουν. Τέλος, η αυθαίρετη δόμηση και κατασκευή κτιρίων, όπως οι δύο μεγάλες ξενοδοχειακές μονάδες, προκαλεί προβλήματα σε σημαντικούς οικοτόπους όπως οι θίνες και τα έλη, με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η σωστή λειτουργία του υγροτόπου.



**Εικόνα 1: Υγρότοπος του Αλμυρού Ποταμού.**

### 1.5.6 Εκβολή Αποσελέμη Ποταμού

#### Τοπογραφία

Η εκβολή του Αποσελέμη ποταμού βρίσκεται στις βόρειες ακτές του νησιού της Κρήτης και πιο συγκεκριμένα τοποθετείται 21 km ανατολικά του Ηρακλείου και βόρεια του παλιού παραλιακού εθνικού δρόμου.

#### Περιγραφή υδροτόπου και ανθρώπινες επεμβάσεις

Η εκβολή του Αποσελέμη πρόκειται για ένα υδροτοπικό σύστημα έκτασης 203 στρεμμάτων (WWF Ελλάς 2013), το οποίο αποτελείται από την εκβολή του ποταμού, μια μακρόστενη υφάλμυρη λίμνη παράλληλη με τη θάλασσα και μια μεγάλη έκταση με αλμυρόβαλτους. Επίσης, μεταξύ θάλασσας και εκβολής βρίσκονται οι αμμοθίνες, οι οποίες λειτουργούν ως ανάχωμα μεταξύ της θάλασσας και των αλμυροβάλτων. Συγκεκριμένα, συναντώνται δύο τύποι υδροτόπων, τα εκβολικά ύδατα και τα διαπαλιροϊκά έλη.

Όταν ο ποταμός του Αποσελέμη έχει ροή καταλήγει αδιακλάδιστα στη θάλασσα, εντούτοις όμως στο παρελθόν η κοίτη ταυτιζόταν με τη λίμνη και το νερό εξέβαλε 500 m δυτικότερα της σημερινής του θέσης. Πιστεύεται πως η βασική αιτία, η οποία μετατόπισε ανατολικά την κοίτη φαίνεται να είναι η ενεργοποίηση ρήγματος στην περιοχή (Παπαγρηγορίου κ.ά. 2000). Επιπλέον, οι ανθρώπινες δραστηριότητες ως η απόληψη οικοδομικών υλικών, η απόθεση μπαζών και η κατασκευή του ποδοσφαιρικού γηπέδου έχουν συρρικνώσει τα τελευταία χρόνια την αλοφυτική βλάστηση.

Πιο πρόσφατες δραστηριότητες στους αλμυρόβαλτους περιλαμβάνουν τις εκχερσώσεις και τις επιχωματώσεις των ελωδών εκτάσεων, καθώς επίσης, η κατασκευή της μαρίνας έχει συρρικνώσει την παραλία και τις αμμοθίνες του υδροτόπου (Παπαγρηγορίου κ.ά. 2000). Τέλος, η παροχή νερού στην εκβολή έχει μειωθεί σημαντικά, κυρίως λόγω της ύπαρξης του φράγματος του Αποσελέμη.

#### Τύποι οικοτόπων και βλάστησης

Στο υδροτοπικό οικοσύστημα της εκβολής του Αποσελέμη συναντώνται 6 τύποι οικοτόπων με τον πιο χαρακτηριστικό να είναι οι μεσογειακές και θερμοατλαντικές αλόφιλες λόχμες (*Arthrocnemum fruticosae*) (Παπαγρηγορίου κ.ά. 2000). Οι υπόλοιποι οικοτόποι που συναντώνται στο οικοσύστημα αυτό είναι οι υποτυπώδεις κινούμενες θίνες, τα μεσογειακά αλίπεδα, οι ποταμοί της Μεσογείου με περιοδική ροή, οι καλαμιώνες και τα νότια παρόχθια δάση-στοές και λόχμες.

Η βλάστηση της περιοχής χαρακτηρίζεται από περίπου 208 είδη φυτών, εκ των οποίων τα πιο χαρακτηριστικά είναι οι αλμύρες (*Sarcocornia perennis*), τα

βούρλα (*Juncus heldreichianus*), οι λυγαριές (*Vitex agnus-castus*) και τα καλάμια (*Phragmites australis*) (Παπαγρηγορίου κ.ά. 2000).

### Πανίδα

Η πανίδα της περιοχής έχει μελετηθεί σημαντικά ως προς την ορνιθοπανίδα της σε σχέση με άλλα ζώα όπως για παράδειγμα τα αρθρόποδα. Συγκεκριμένα, οι Παπαγρηγορίου κ.ά. (2000) παρουσιάζουν ένα κατάλογο με 227 είδη πτηνών, ενώ η περιοχή χαρακτηρίζεται ως Περιοχή Ειδικής Προστασίας και βρίσκεται εντός των ορίων Καταφυγίου Άγριας Ζωής.

Η ομάδα των θηλαστικών αντιπροσωπεύεται στο οικοσύστημα από τουλάχιστον 3 είδη. Επίσης, συναντώνται 5 είδη ερπετών και 3 είδη αμφιβίων. Από τα ασπόνδυλα, τα πιο κοινά και γνωστά είναι το ενδημικό σκαθάρι της Κρήτης *Carabus banoni* και οι λιβελούλες *Anax imperator*, *Ischnura elegans* και *Crocothemis erythraea* (Von Tom Battin 1989, Παπαγρηγορίου κ.ά. 2000).



Εικόνα 2: Φωτογραφία από την Εκβολή του Αποσελέμη Ποταμού.

### 1.5.7 Υγρότοπος Φαλασάρνων

#### Τοπογραφία

Ο υγρότοπος των Φαλασάρνων ανήκει διοικητικά στο δήμο Κισάμου του νομού Χανίων και βρίσκεται περίπου 1,1 km βορειοδυτικά του οικισμού Καβούσι.

#### Περιγραφή υγροτόπου και ανθρώπινες επεμβάσεις

Ο υγρότοπος αυτός πρόκειται για μια φυσική, παράκτια και εποχιακή πλημμυρισμένη έκταση 23,3 στρεμμάτων (WWF Ελλάς 2013), η οποία δέχεται νερό τόσο από επιφανειακά, όσο και από υπόγεια ύδατα. Στα παλαιότερα χρόνια, ο

υγρότοπος, αποτελούσε ενιαία έκταση μέχρι που ο παραλιακός δρόμος τον χώρισε στα δύο. Κάτω από αυτόν τον παραλιακό δρόμο υπάρχει ένας αγωγός που ενώνει τα δύο τμήματα του υγροτόπου. Το νερό του υγροτόπου κυμαίνεται από γλυκό έως υφάλμυρο νερό και αυτό οφείλεται στην άμεση γειτνίαση με τη θάλασσα.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες δεν απουσιάζουν ούτε από τον υγρότοπο των Φαλασάρνων και πιο συγκεκριμένα, στην ευρύτερη περιοχή έχουν κατασκευαστεί θερμοκήπια και καλλιεργούνται διάφοροι ελαιώνες, με αποτέλεσμα τη συρρίκνωση και την επιβάρυνση του υγροτόπου με νιτρικά και φωσφορικά. Εκτός από αυτά, ελλοχεύουν επιπλέον κίνδυνοι λόγω της τουριστικής και οικιστικής ανάπτυξης. Τέλος, ο υγρότοπος έχει χαρακτηριστεί ως Τόπος Κοινοτικής Σημασίας, Σημαντική Περιοχή για τα Πουλιά και ως Τοπίο Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους.

### **Τύποι οικοτόπων και βλάστησης**

Στο οικοσύστημα του υγροτόπου των Φαλασάρνων εμφανίζονται κυρίως δύο τύποι οικοτόπων και αυτοί είναι οι κινούμενες θίνες της ακτογραμμής με λευκές θίνες (*Ammophila arenaria*) και τα μεσογειακά εποχικά τέλματα (WWF Ελλάς 2013). Επίσης, στον υγρότοπο συναντά κανείς αμμόφιλη βλάστηση και καλάμια (*Phragmites australis*). Κάποια από τα είδη φυτών που μπορεί να συναντήσει κανείς στον υγρότοπο είναι τα *Eryngium maritimum*, *Pancratium maritimum*, *Ruppia maritima*, *Poa trivalis* και *Euphorbia pterococca* (Bergmeier and Abrahamczyk 2008).

### **Πανίδα**

Όσο αφορά την πανίδα του υγροτόπου υπάρχουν λίγες γνώσεις για τα είδη των αρθροπόδων, αφού οι πλείστες μελέτες επικεντρώνονται στα διάφορα είδη πτηνών που εμφανίζονται στην περιοχή. Στον υγρότοπο θα συναντήσει κανείς διάφορα είδη αμφιβίων, ερπετών, αλλά και πολλών ασπόνδυλων.





Εικόνα 3: Φωτογραφία από τον Υγρότοπο Φαλασάρων.

### 1.5.8 Εκβολή Ποταμού Πετρέ

#### Τοπογραφία

Η εκβολή του ποταμού Πετρέ τοποθετείται περίπου 2,6 km βορειοδυτικά του οικισμού Καρωτή του Νομού Ρεθύμνου.

#### Περιγραφή και ανθρώπινες επεμβάσεις

Η εκβολή του ποταμού Πετρέ είναι ένας φυσικός παράκτιος υφάλμυρος και μόνιμος υγρότοπος έκτασης 64,8 στρεμμάτων (WWF Ελλάς 2013). Στα παλαιότερα χρόνια υπήρχε και μόνιμη επιφανειακή ροή, παρόλα αυτά σήμερα η ροή περιορίζεται συχνά στους βροχερούς μήνες. Λόγω της έντονης παρουσίας νερού στην εκβολή, η υγροτοπική βλάστηση είναι πλούσια. Κάθετα στον ποταμό διέρχεται με αερογέφυρα ο κύριος οδικός άξονας της βόρειας Κρήτης, ενώ παράλληλα με το ποτάμι υπάρχουν δύο χωματόδρομοι εκατέρωθεν της κοίτης του υγροτόπου. Η άμεση επικοινωνία του ποταμού με τη θάλασσα έχει διακοπή λόγω της κατασκευής μιας μικρής τσιμεντένιας αναβαθμίδα στην εκβολή.

#### Τύποι οικοτόπων και βλάστησης

Στον υγρότοπο του Πετρέ ποταμού έχουν καταγραφεί 5 κύριοι τύποι οικοτόπων (WWF Ελλάς 2013). Αυτοί οι οικοτόποι είναι η εκβολή του ποταμού, ο

Μεσογειακός ποταμός με περιοδική ροή, τα δάση με πλατάνια και τα νότια παρόχθια δάση-στοές και λόχμες. Τα κυρίαρχα είδη φυτών που απαντώνται στον υγρότοπο είναι οι λυγαριές (*Vitex agnus-castus*), οι πικροδάφνες (*Nerium oleander*), οι ποταμογείτονες (*Potamogeton* sp.), τα καλάμια (*Phragmites australis*) και τα πλατάνια (*Platanus orientalis*) (WWF Ελλάς 2013).

### Πανίδα

Όπως και στους περισσότερους υγροτόπους του νησιού, έτσι και στην εκβολή του Πετρέ, οι πλείστες ερευνητικές μελέτες αφορούν τους πληθυσμούς των ειδών των πτηνών που μπορούν να απαντηθούν. Στον υγρότοπο θα συναντήσει κανείς διάφορα είδη αμφιβίων, ερπετών, αλλά και πολλών ασπόνδυλων.



Εικόνα 4: Φωτογραφία από την Εκβολή του Ποταμού Πετρέ.

### 1.5.9 Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου

#### Τοπογραφία

Η Αλατσολίμνη του Ξερόκαμπου βρίσκεται στον Δήμο Σητείας, περίπου 7 km νοτιοανατολικά από τη Ζάκρο. Ονομάζεται επίσης και "Λιμνοθάλασσα Ξηρόκαμπου Ζήρου".

### Περιγραφή και ανθρώπινες επεμβάσεις

Ο υγρότοπος αυτός είναι μια εποχική αλμυρή λίμνη έκτασης 119,8 στρεμμάτων, η οποία δέχεται νερό από απορροές και από την επίδραση της θάλασσας κυρίως μέσω του κυματισμού (WWF Ελλάς 2013). Κατά τους μήνες του χειμώνα, η λίμνη αυτή γεμίζει και υπερχειλίζει προς τη θάλασσα, ενώ το καλοκαίρι ξηραίνεται αποκαλύπτοντας το αλατούχο υπόστρωμα. Σε παλαιότερα χρόνια, το αλατούχο υπόστρωμα συλλεγόταν για την παραγωγή άλατος.

Στην οριοθέτηση του υγροτόπου περιλαμβάνεται η παραλία και οι θίνες, καθώς επίσης και μια έκταση στα βορειοανατολικά της λίμνης με αμμώδες υπόστρωμα, η οποία συγκρατεί νερό τους υγρούς μήνες. Επιπλέον, μέσα στην οριοθετημένη περιοχή του υγροτόπου, υπάρχει και ένα σπίτι, καθώς και οδικό δίκτυο με χωματόδρομους για πρόσβαση στην παραλία. Γενικά στην περιοχή κυριαρχεί έντονη ανθρώπινη δραστηριότητα με σημαντικότερες δραστηριότητες τις αποθέσεις μπαζών, τις επιχωματώσεις, τις καλλιέργειες και το κυνήγι.

Στο οικοσύστημα αυτό απαντώνται δύο κύριοι τύποι υγροτόπων, οι οποίοι είναι οι διαπαλιρροϊκές ιλυώδεις/αμμώδεις/ αλατούχες εκτάσεις και τα διαπαλιρροϊκά έλη (WWF Ελλάς 2013). Τέλος, ο υγρότοπος βρίσκεται εντός ορίων Ζώνης Ειδικής Προστασίας και της Β' αρχαιολογικής Ζώνης περιοχής Ζίρου, ενώ ταυτόχρονα προστατεύεται ως Περιοχή Ειδικής Προστασίας.

### Τύποι οικοτόπων και βλάστησης

Οι κυρίαρχοι τύποι οικοτόπων που συναντώνται στο οικοσύστημα είναι τα μεσογειακά αλίπεδα με *Juncetalia maritimi*, οι μεσογειακές και θερμοατλαντικές αλόφιλες λόχμες (*Sacrocornetea fruticosi*) και οι κινούμενες θίνες της ακτογραμμής με *Ammophila arenaria* (WWF Ελλάς 2013). Στο εσωτερικό της λίμνης δεν παρατηρείται βλάστηση, λόγω της μεγάλης αλατότητας, παρόλα αυτά περιμετρικά συναντώνται αλοφυτικά είδη *Salicornia* sp. και *Arthrocnemum* sp., ενώ υπάρχουν και μικρά τμήματα υγρών λιβαδιών με βούρλα (*Juncus* sp.) (WWF Ελλάς 2013). Επίσης, κυρίως στην περιοχή των αμμοθινών απαντώνται αλόφιλα φυτά όπως τα *Pancremium maritimum*, *Eryngium maritimum*, *Ammophila arenaria* και *Euphorbia paralias* (WWF Ελλάς 2013).

### Πανίδα

Ο υγρότοπος στον Ξερόκαμπο έχει μεγάλη σημασία κατά τη μεταναστευτική περίοδο των πτηνών, αφού φιλοξενεί πολλά είδη πουλιών, ενώ έχουν παρατηρηθεί διάφορα αμφίβια, ερπετά, ψάρια και η χελώνα *Caretta caretta*.





Εικόνα 5: Φωτογραφία από την Αλατσολίμνη του Ξερόκαμπου.

### 1.5.10 Εποχική λίμνη Ομαλού Χανίων

#### Τοπογραφία

Το οροπέδιο του Ομαλού βρίσκεται στα Λευκά όρη και νοτιοδυτικά της πεδιάδας του Ομαλού στο νομό των Χανίων. Απέχει περίπου 2,5 km από τον οικισμό του Ομαλού και βρίσκεται στα νότια του. Επίσης, το υψόμετρο του οροπεδίου κυμαίνεται από 1030-1060 m και έχει σχεδόν κυκλικό σχήμα, ενώ καταλαμβάνει έκταση περίπου 1600 m<sup>2</sup> (Bergmeier 2004).

#### Γεωμορφολογία

Το οροπέδιο του Ομαλού στα Χανιά, το οποίο είναι το μεγαλύτερο οροπέδιο στα Λευκά Όρη (6 km<sup>2</sup>), περιβάλλεται από βουνά, τα οποία αποτελούνται από τριασικούς ασβεστόλιθους και δολομίτες στα βόρεια, στα ανατολικά και στα δυτικά, ενώ στα νότια βρίσκονται βουνά με πλακώδεις ασβεστόλιθους (Bergmeier 2004). Το οροπέδιο αποτελείται από προσχώσεις χαλικιών, τα οποία προέρχονται από ασβεστολιθικό υλικό των γύρω βουνών, καθώς επίσης και από τεταρτογενείς κοκκιώδεις αποθέσεις υλικών (Bergmeier 2004).

Η εποχική λίμνη που βρίσκεται στο οροπέδιο του Ομαλού με έκταση 7,9 στρέμματα (WWF Ελλάς 2013), αποτελεί μια δολίνη, της οποίας η καταβόθρα παρεμποδίζεται από αργιλώδες υλικό, αδιαπέραστο από το νερό. Επίσης, η λίμνη αυτή διατηρεί νερό μεταξύ των μηνών Σεπτέμβρη μέχρι και Ιούλιο (Bergmeier 2004). Όσο αφορά το έδαφος της λίμνης, αποτελείται κυρίως από λάσπη και σκελετικά συστατικά με το άνω έδαφος όξινο, ενώ σε βάθος 50 m είναι ασβεστώδες και βασικό.

Επίσης, ο χούμος αν και είναι πλούσιος στο ανώτατο στρώμα, εντούτοις σε χαμηλότερα στρώματα σχεδόν απουσιάζει. Τέλος, ο τύπος εδάφους της εποχιακής λίμνης του Ομαλού Χανίων είναι πολύ σπάνιος και ο μοναδικός στην Κρήτη και προσδιορίζεται ως "calcaric gleysol" (Bergmeier 2004).

### Χλωρίδα και τύποι Βλάστησης

Η χλωρίδα και βλάστηση που κυριαρχεί στη λίμνη του οροπεδίου Ομαλού αποτελείται κυρίως από τρεις κατηγορίες, τα ελόφυτα, τα αμφίφυτα και τα υδρόφυτα. Τα ελόφυτα εξαρτώνται από το υψηλό επίπεδο επιφανειακών νερών σε όλη τη διάρκεια του χρόνου, εντούτοις όμως δεν ανέχονται τις πλημμύρες σε μεγάλες περιόδους. Τέτοια φυτά είναι τα *Juncus effusus*, *Carex divisa*, *Scirpoides holoschoenus* και *Eleocharis palustris* (Bergmeier 2004). Τα αμφίφυτα όμως, έχουν προσαρμόσει τον κύκλο ζωής τους ανάλογα με τα στάδια της καταβύθισης και της αποξήρανσης του νερού και τέτοιου τύπου φυτά είναι τα *Isoetes hystrix*, *Montia arvensis*, *Ranunculus lateriflorus* και *Elatine alsinistrum*. Τέλος, τα υδρόφυτα, έχουν προσαρμοστεί για να ζούνε βυθισμένα στο νερό ή στην επιφάνεια του νερού και τέτοιου είδους φυτά είναι τα *Ranunculus peltatus* και *Callitriche truncata* (Bergmeier 2004).

Εκτός από αυτές τις ομάδες φυτών, μπορεί να συναντήσει κανείς και φυτά που προτιμούν ημι-υγρά ή ημι-ξηρά περιβάλλοντα. Σε αυτή την κατηγορία φυτών μπορούν να αναφερθούν τα *Polygonum arenastrum*, *Lotus conimbricensis*, *Galium debile*, *Antinoria insularis*, *Trifolium filiforme*, *Spergularia rubra*, *Corrigiola litoralis*, *Polygonum maritimum* και *Mentha pulegium* (Bergmeier 2004). Επιπλέον, η εποχιακή λίμνη Ομαλού Χανίων, φιλοξενεί είδη φυτών τα οποία θεωρούνται σπάνια ή συναντώνται μόνο σε αυτήν την περιοχή από όλη την Κρήτη. Τέτοια είδη είναι τα *Antinoria insularis*, *Callitriche truncata*, *Elatine alsinistrum*, *Montia arvensis*, *Ranunculus peltatus*, *Ranunculus lateriflorus*, *Corrigiola litoralis*, *Isoetes hystrix* και *Spergularia rubra* (Bergmeier 2004).

Οι ζώνες βλάστησης που συναντώνται στο Οροπέδιο Ομαλού και στη λίμνη, εξαρτώνται πρωτίστως από τη στάθμη και την ποσότητα νερού. Μπορούν να παρατηρηθούν 4 εμφανείς ζώνες στις οποίες παίζει καθοριστικό ρόλο η διαβάθμιση της κλίσης της επιφάνειας του νερού, καθώς επίσης και η περίοδος βύθισης. Ξεκινώντας από το εξωτερικό και καταλήγοντας στο εσωτερικό μέρος της λίμνης, οι ζώνες βλάστησης που συναντώνται είναι η ζώνη με φυτά όπως *Juncus effusus*, *Scirpoides holoschoenus*, *Ranunculus neapolitanus* και *Plantago lanceolata*, η ζώνη με χαμηλής ανάπτυξης αγρωστώδη (*Carex divisa*, *Agrostis stolonifera*, *Poa trivialis* και *Lotus conimbricensis*), η ζώνη με φυτά *Isoetes* μαζί με *Ranunculus lateriflorus* και *Mentha pulegium* και η ζώνη με υδροφυτικά φυτά *Batrachium* μαζί με *Ranunculus peltatus* και *Callitriche truncata* (Bergmeier 2004).

## Πανίδα

Η πανίδα του Οροπεδίου και της εποχιακής λίμνης, χαρακτηρίζεται από αρκετά σπονδυλόζωα και πολλά ασπόνδυλα. Δεν υπάρχουν αρκετά δεδομένα ως προς την αφθονία των ειδών και των ατόμων, εντούτοις, ο υγρότοπος του Ομαλού είναι ένα οικοσύστημα που φιλοξενεί μεγάλο αριθμών ασπόνδυλων. Τέτοια ασπόνδυλα είναι πολλά έντομα όπως τα οδοντόγναθα, τα δίπτερα, τα λεπιδόπτερα, καθώς επίσης και τα κολεόπτερα.

Επίσης, εκτός από ασπόνδυλα, η εποχιακή λίμνη του Ομαλού, φιλοξενεί και πολλά είδη πτηνών, τα οποία είτε μένουν στη γύρω περιοχή και φωλιάζουν, είτε βρίσκονται σε μετανάστευση. Ως εκ τούτου, σε περιόδους με αρκετή ποσότητα νερού, στη λίμνη μπορεί να συναντήσει κανείς αρκετά είδη πτηνών, τα οποία μπορεί είτε να διαχειμάζουν, ή ακόμη να ξεκουράζονται για λίγες ώρες.

Τέλος, στην περιοχή του Ομαλού και στη λίμνη συναντώνται διάφορα είδη θηλαστικών. Άξια αναφοράς είναι και η παρουσία του ενδημικού υποείδους *Capra aegagrus creticus* στην οροσειρά των Λευκών Ορέων.

## Ανθρώπινες δραστηριότητες

Όπως έχει ήδη προαναφερθεί, όλοι σχεδόν οι υγρότοποι στην Ελλάδα, υφίστανται μεγάλες πιέσεις από τις διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες. Στη συγκεκριμένη όμως περίπτωση, λόγω της απομονωμένης θέσης του υγροτόπου και του μικρού αριθμού ανθρώπων, ο μεγαλύτερος κίνδυνος εμφανίζεται στην ανεξέλεγκτη βόσκηση από πάρα πολλά αιγοπρόβατα. Μάλιστα, αρκετοί κτηνοτρόφοι, αφήνουν τα ζώα τους στην περιοχή χωρίς να τα ελέγχουν με αποτέλεσμα αυτά να προκαλούν αρκετά προβλήματα στις γύρω περιοχές, αλλά και στη λίμνη.

Επιπλέον, ακόμη μια ανθρώπινη παρέμβαση είναι οι διάφορες καλλιέργειες που τοποθετούνται στην πεδιάδα του Ομαλού. Για την ανάπτυξη των διάφορων καλλιεργειών, αρκετοί αγρότες χρησιμοποιούν μάλιστα και το νερό που υπάρχει στη λίμνη του Ομαλού και ως αποτέλεσμα πολλές καλλιέργειες να "περιφράσσουν" τη λίμνη.



Εικόνα 6: Φωτογραφία από την Εποχική Λίμνη του Ομαλού Χανίων.

### 1.5.11 Εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου

#### Τοπογραφία

Η εποχική λίμνη του Ομαλού Βιάννου βρίσκεται στο ομώνυμο οροπέδιο, περίπου 3 km βόρεια του οικισμού Κεφαλόβρυση του Δήμου Βιάννου.

#### Περιγραφή και ανθρώπινες επεμβάσεις

Ο υγρότοπος αυτός έχει έκταση περίπου 451,8 στρεμμάτων και βρίσκεται σε υψόμετρο που φτάνει τα 1300 m (ο ψηλότερος νησιώτικος υγρότοπος της Ελλάδας) (WWF Ελλάς 2013). Κατά τους χειμερινούς μήνες πλημμυρίζει από τα κατακρημνίσματα και τα νερά των απορροών, ενώ ταυτόχρονα το νερό καταλήγει μέσω ενός μαιανδρικού καναλιού σε μια καταβόθρα και ο υγρότοπος αποστραγγίζεται. Κατά τους ξηρούς μήνες, η εποχική λίμνη ξηραίνεται, παρόλα αυτά διατηρείται τοπικά λίγο νερό, το οποίο προέρχεται από μια πηγή στο βορειοδυτικό τμήμα.

Όπως συμβαίνει και στους άλλους υγροτόπους, έτσι και σε αυτόν δεν λείπει η ανθρώπινη δραστηριότητα. Καταρχάς, μέσα στον υγρότοπο παρατηρούνται συνεχώς πάρα πολλά αιγοπρόβατα, τα οποία βοσκούν ανεξέλεγκτα, ενώ περιμετρικά



παρατηρούνται περιφράξεις πιθανότατα για το στάβλισμα των ζώων. Επίσης, μέσα στον υγρότοπο υπάρχει ένα παρατημένο οίκημα και μια εκκλησία, ενώ κατά τις περιόδους που απουσιάζει το νερό παρατηρείται και παράνομο κυνήγι.

Τέλος, ολόκληρος ο υγρότοπος βρίσκεται εντός ορίων Ειδικής Ζώνης Διατήρησης και Καταφυγίου Άγριας Ζωής, ενώ όλος ο ορεινός όγκος είναι χαρακτηρισμένος ως Σημαντική Περιοχή για τα Πουλιά.

### **Τύποι οικοτόπων και βλάστησης**

Στον υγρότοπο του Ομαλού Βιάννου απαντάται κυρίως ένας τύπος οικοτόπου, ο οποίος είναι οι μεσογειακές εποχικές λίμνες, ενώ η υγροτοπική βλάστηση χαρακτηρίζεται κυρίως από *Ranunculus* spp. και *Juncus* spp., ενώ όταν τα νερά υποχωρούν δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη άλλων φυτών όπως *Crocus* spp., σταμναγκάθια (*Cichorium spinosum*) και είδη της οικογένειας Compositae (WWF Ελλάς 2013).

### **Πανίδα**

Όσο αφορά την πανίδα, έχει αναφερθεί πως στην ευρύτερη περιοχή απαντώνται 175 είδη πτηνών, εκ των οποίων τα 99 χαρακτηρίζονται είδη που αρέσκονται σε υγροτοπικές περιοχές (WWF Ελλάς 2013). Επιπλέον, έχουν παρατηρηθεί, διάφορα ασπόνδυλα, ερπετά, θηλαστικά και αμφίβια, αλλά μελέτες συγκεκριμένες για τα αρθρόποδα δεν έχουν γίνει.



Εικόνα 7: Φωτογραφία από την Εποχική Λίμνη του Ομαλού Βιάννου.

## **ΚΕΦ 2: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

## 2.1 Μέθοδος Δειγματοληψίας

Η μελέτη αυτή θα πρέπει να μπορεί να καταγράψει αποτελεσματικά την κατάσταση των πληθυσμών των Carabidae στους κρητικούς υγροτόπους. Καταρχάς, είχε απορριφθεί η μέθοδος των τετραγώνων λόγω της κρυπτικής βιολογίας των Carabidae (νυχτόβια τα περισσότερα είδη), της πολυπλοκότητας των μικροενδιατημάτων τους και της μεγάλης έκτασης των περιοχών δειγματοληψίας.

Κατά συνέπεια, αποφασίστηκε πως η καταλληλότερη μέθοδος δειγματοληψίας είναι αυτή των παγίδων παρεμβολής (pitfall traps) (Barber 1931). Οι παγίδες παρεμβολής, αποτελούν την κυριότερη και ευρύτερα χρησιμοποιούμενη μέθοδο για τη μελέτη των κινητικών εδαφόβιων αρθροπόδων (Baars 1979, Luff et al. 1989, Cheli and Corley 2010). Αν και η συγκεκριμένη μέθοδος έχει δεχθεί και ορισμένες αρνητικές κρητικές (Greenslade 1964), εντούτοις σε ομάδες όπως τα Carabidae και τα Tenebrionidae, αποτελεί τη συχνότερη μέθοδο δειγματοληψιών, αφού αρκετά από αυτά παρουσιάζουν κρυπτική και νυκτόβια συμπεριφορά (Lövei and Sunderland 1996, Makarov and Matalin 2009) και δύσκολα συλλέγονται με άλλες μεθόδους.

Οι παγίδες παρεμβολής είναι μια μέθοδος δειγματοληψίας, η οποία απαιτεί ελάχιστο κόστος (Southwood and Henderson 2009, Seldon and Beggs 2010), ενώ ταυτόχρονα αποτελεί απλή και ευκόλως εφαρμόσιμη μέθοδο (Greenslade 1964). Αυτό υποστηρίζεται από το γεγονός ότι, παγίδες, μπορούν να τοποθετηθούν παράλληλα σε πολλά σημεία περιοχών (ανάλογα με την έρευνα), ενώ ταυτόχρονα μπορούν να μένουν στις περιοχές για όσο διάστημα απαιτεί η μελέτη, χωρίς να χρειάζονται συνεχείς έλεγχοι (Spence and Niemelä 1994, Southwood and Henderson 2009). Με αυτόν τον τρόπο συλλογής δίνεται η καλύτερη δυνατή εκτίμηση της εδαφικής κινητικής πανίδας, όπως τα κολεόπτερα (Uetz and Unzicker 1976, Liu et al. 2007).

Παρόλα αυτά, όπως και κάθε τύπου μεθοδολογία, έτσι και οι παγίδες παρεμβολής παρουσιάζουν κάποιον αριθμό μειονεκτημάτων. Καταρχάς, η συλληψιμότητα των παγίδων επηρεάζεται πρωτίστως από τον συνδυασμό κινητικότητας και αφθονίας των διάφορων οργανισμών στην περιοχή μελέτης και ως εκ τούτου τα αποτελέσματα που προκύπτουν αφορούν την "ενεργή" πυκνότητα των πληθυσμών (Uetz and Unzicker 1976, Adis 1979, Thomas et al. 2006). Επιπλέον, η συλληψιμότητα των παγίδων εξαρτάται και έμμεσα από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής (Honek 1988), τον τύπο βλάστησης που επικρατεί στα σημεία των παγίδων (Ward et al. 2001), τον τρόπο τοποθέτησης των παγίδων, καθώς επίσης και το συντηρητικό ή οποιοδήποτε δόλωμα που πιθανόν να τοποθετηθεί μέσα στις παγίδες (Greenslade and Greenslade 1971, Adis 1979, Waage 1985, Schmidt et al. 2006).

Εκτός από αυτά, η συλληψιμότητα των παγίδων παρεμβολής, μπορεί να επηρεαστεί και από το φαινόμενο "digging-in-effect" (Digweed 1995), δηλαδή υπάρχει περίπτωση κάποια είδη οργανισμών να προσελκύνονται από την ανατάραξη του εδάφους από την ανασκαφή και τοποθέτηση των παγίδων και ως αποτέλεσμα να

υπάρχει μεγάλος αριθμός αυτών των ειδών στις παγίδες. Επίσης, κάποιες ομάδες εδαφικής πανίδας και οργανισμών έχουν την τάση να συλλέγονται σε μεγαλύτερους αριθμούς από κάποιες άλλες ομάδες, ανεξάρτητα από την πραγματική τους αφθονία (Merrett and Snazell 1983). Η διατήρηση του ίδιου τρόπου τοποθέτησης των παγίδων για όλους τους σταθμούς δειγματοληψιών, οδηγεί στη λήψη συγκρίσιμων αποτελεσμάτων και αξιόπιστων συμπερασμάτων (Adis 1979).

### 2.1.1 Χωροθέτηση παγίδων παρεμβολής και πρόγραμμα δειγματοληψιών

Ως εκ τούτου, σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς χρησιμοποιήθηκαν πλαστικά ποτήρια του ίδιου τύπου και μεγέθους, ως παγίδες παρεμβολής. Συγκεκριμένα, τα ποτήρια είχαν διάμετρο 9,5 cm και ύψος 12 cm και οι τοποθεσίες κάθε δειγματοληπτικού σταθμού είχαν οριστεί εκ των προτέρων βάσει δορυφορικών φωτογραφιών, ενώ η ακριβής τοποθεσία καθορίστηκε με επιτόπια αυτοψία. Η διάταξη με την οποία είχαν τοποθετηθεί οι παγίδες έγινε με τέτοιο τρόπο, ούτως ώστε να καλυφθούν όλα τα πιθανά μικροενδιαιτήματα των σταθμών. Επίσης, η κάθε παγίδα ήταν καλυμμένη με μεγάλη πέτρα με σκοπό την προστασία από τις βροχές, τα μεγάλα ζώα, αλλά ταυτόχρονα επέτρεπαν την ελεύθερη είσοδο των επιθυμητών οργανισμών.

Το συντηρητικό μέσο που χρησιμοποιήθηκε στις παγίδες ήταν η προπυλενογλυκόλη, η οποία είναι αρκετά αποτελεσματική και φτηνή, καθώς επίσης μπορεί να διατηρήσει τα δείγματα σε πολύ ικανοποιητική κατάσταση μέχρι να γίνει η συλλογή τους (Braun et al. 2009).

Οι περίοδοι δειγματοληψιών καθορίστηκαν βάσει των κλιματικών συνθηκών, της προσβασιμότητας των περιοχών, καθώς και της κινητικότητας των Carabidae. Συγκεκριμένα, η συνολική περίοδος δειγματοληψιών ήταν μεταξύ Οκτώβρη 2014 και Νοέμβρη 2015. Στους σταθμούς δειγματοληψίας στον Αλμυρό ποταμό και στην εποχική λίμνη του Ομαλού Χανίων χρησιμοποιήθηκαν παλαιότερα δείγματα που είχαν συλλεχθεί σε προηγούμενες χρονιές. Τα δείγματα του Αλμυρού ποταμού συλλέχθηκαν μεταξύ Μαΐου 2012 και Μαΐου 2013 και τα δείγματα του Ομαλού Χανίων μεταξύ Μαΐου 2013 και Ιανουαρίου 2014. Σε ορισμένους σταθμούς, παραδείγματος χάριν ο Ομαλός Βιάννου, ο οποίος βρίσκεται σε μεγάλο υψόμετρο, οι χειμωνιάτικες περίοδοι απουσίαζαν λόγω της χιονοκάλυψης.





Εικόνα 8: Pitfall trap.

### 2.1.2 Σταθμοί μελέτης

#### Αλμυρός Ποταμός

Για τον υγρότοπο του Αλμυρού ποταμού χρησιμοποιήθηκαν δείγματα, τα οποία είχαν συλλεχθεί μεταξύ Μάη 2012 και Μάη 2013 και είχαν αποθηκευτεί στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης. Οι δειγματοληψίες στον Αλμυρό ποταμό γίνονταν περίπου ανά δίμηνο, ενώ από τα δείγματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν όσα συμπεριλαμβάνονταν στους 4 δειγματοληπτικούς σταθμούς που φαίνονται στον Πίνακα 1, στον οποίο δίνονται οι συντεταγμένες, τα υψόμετρα και ο αριθμός των παγίδων σε κάθε σταθμό.

Πίνακας 1: Στοιχεία κάθε δειγματοληπτικού σταθμού στον Αλμυρό Ποταμό.

Σταθμός	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Οικότοπος	#Παγίδες	Υψόμετρο σε m
"ALM_Wet_ArtA"	35°20'18.52" N	25°3'41.13" E	Υγρότοπος	10	1
"ALM_Wet_ArtB"	35°20'20.70" N	25°3'40.35" E	Υγρότοπος	10	1
"ALM_Wet_Jun"	35°20'0.49" N	25°2'53.20" E	Υγρότοπος	10	7
"ALM_Dry_Phr"	35°20'3.68" N	25°2'52.58" E	Φρύγανα	10	17



Εικόνα 9: Οι δειγματοληπτικοί σταθμοί στον Αλμυρό ποταμό.

Οι δειγματοληπτικοί σταθμοί "ALM\_Wet\_Art" A και B είναι μεσογειακά αλίπεδα και αποτελούν όμοιους τύπους βιοτόπων, οι οποίοι ανήκουν καθαρά στο υγρό μέρος του οικοσυστήματος και σε αυτούς κυριαρχούν φυτά όπως τα *Arthrocnemum* spp., *Salicornia europaea*, *Dittrichia viscosa* και *Tamarix parviflora*. Ο σταθμός "ALM\_Wet\_Jun" είναι και αυτός Μεσογειακό αλίπεδο, μόνο που σε αυτόν τον τύπο βιοτόπου, επικρατούν τα βούρλα του γένους *Juncus* και τέλος, ο σταθμός "ALM\_Dry\_Phr", ο οποίος λειτουργούσε ως σταθμός ελέγχου, εμπεριέχει φρυγανικά φυτά όπως η αστοιβίδα (*Sarcopoterium spinosum*) και το θυμάρι (*Thymus vulgaris*).

### Εκβολή Αποσελέμη Ποταμού

Στην εκβολή του Αποσελέμη ποταμού τοποθετήθηκαν δύο σταθμοί δειγματοληψίας με σύνολο 15 παγίδες παρεμβολής. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιούνταν περίπου ανά δίμηνο μεταξύ Νοέμβρη 2014 και Οκτώβρη 2015.

**Πίνακας 2: Στοιχεία του δειγματοληπτικού σταθμού στην εκβολή του Αποσελέμη.**

Σταθμός	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Οικότοπος	#Παγίδες	Υψόμετρο σε m
"APO_Wet_Jun"	35°19'57.67" N	25°19'50.77" E	Υγρότοπος	9	1
"APO_Wet_Art"	35°20'2.42"N	25°19'49.25" E	Υγρότοπος	6	1

Οι 2 δειγματοληπτικοί σταθμοί βρίσκονται μέσα στο έλος της εκβολής και απέχουν λίγα μέτρα από τη θάλασσα. Είναι βιότοπος που χαρακτηρίζεται κυρίως από υγρόφιλη και αλόφιλη βλάστηση όπως είδη φυτών του γένους *Arthrocnemum*, *Salicornia* και *Juncus*, καθώς επίσης και φυτά όπως οι αλμύρες (*Sarcocornia perennis*), οι λυγαριές (*Vitex agnus-castus*) και τα καλάμια (*Phragmites australis*). Ο σταθμός "APO\_Wet\_Art" τοποθετήθηκε στον οικότοπο με κυρίαρχη βλάστηση τα *Arthrocnemum* και *Salicornia*, ενώ ο σταθμός "APO\_Wet\_Jun" στον οικότοπο με βούρλα (*Juncus*).

### Υγρότοπος Φαλασάρνων

Στον υγρότοπο Φαλασάρνων είχαν τοποθετηθεί δύο δειγματοληπτικοί σταθμοί, ο οποίος βρίσκονταν περιμετρικά της λίμνης. Ο συνολικός αριθμός των παγίδων παρεμβολής έφτανε τις 14 και οι δειγματοληψίες στην περιοχή πραγματοποιούνταν ανά δίμηνο μεταξύ του Μάη 2015 και του Νοέμβρη 2015.

**Πίνακας 3: Στοιχεία του δειγματοληπτικού σταθμού στα Φαλάσαρνα.**

Σταθμός	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Οικότοπος	#Παγίδες	Υψόμετρο σε m
"FAL_Wet_Jun"	35°28'47.39" N	23°34'27.05" E	Υγρότοπος	6	1
"FAL_Wet_San"	35°28'46.13" N	23°34'27.97" E	Υγρότοπος	8	1

Ο σταθμός "FAL\_Wet\_Jun" βρισκόταν δίπλα στην λίμνη του υγροτόπου και χαρακτηρίζεται από υγρόφιλη και αλόφιλη βλάστηση. Συγκεκριμένα, τα πιο κοινά είδη φυτών ήταν τα βούρλα (*Juncus* spp.), καθώς επίσης υπήρχε και η παρουσία των καλάμιών (*Phragmites australis*). Ο δεύτερος σταθμός ("FAL\_Wet\_San") είχε ως υπόστρωμα την άμμο και χαρακτηριζόταν από διάφορα αμμόφιλα είδη φυτών.

### Εκβολή Ποταμού Πετρέ

Στην εκβολή του ποταμού Πετρέ είχε τοποθετηθεί ένας δειγματοληπτικός σταθμός, αλλά λόγω της μικρής έκτασης που καταλαμβάνει ο βάλτος, μόλις 8 παγίδες παρεμβολής τοποθετήθηκαν στο υγρό μέρος του βάλτου. Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα ανά δίμηνο μεταξύ Μάη 2015 και Νοέμβρη 2015.

**Πίνακας 4: Στοιχεία του δειγματοληπτικού σταθμού στην εκβολή του Ποταμού Πετρέ.**

Σταθμός	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Οικότοπος	#Παγίδες	Υψόμετρο σε m
"PET_Wet_Fra"	35°21'2.78"N	24°21'28.68"E	Υγρότοπος	8	2

Ο βιότοπος του σταθμού "PET\_Wet\_Fra", οποίος βρίσκεται μέσα στον βάλτο του υγροτόπου, περιλάμβανε αλόφιλη, υγρόφιλη, αλλά και πιο ξηρόφιλη βλάστηση. Συναντώνται είδη φυτών όπως τα βούρλα (*Juncus* spp.), τα καλάμια (*Phragmites australis*), οι ποταμογείτονες (*Potamogeton* spp.), οι λυγαριές (*Vitex agnus-castus*) και οι πικροδάφνες (*Nerium oleander*).

### Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου

Στον υγρότοπο της Αλατσολίμνης του Ξερόκαμπου τοποθετήθηκαν 3 σταθμοί δειγματοληψίας και οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν μεταξύ Απρίλη 2015 και Οκτώβρη 2015.

**Πίνακας 5: Στοιχεία του δειγματοληπτικού σταθμού στην Αλατσολίμνη του Ξερόκαμπου.**

Σταθμός	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Οικότοπος	#Παγίδες	Υψόμετρο σε m
"XER_Wet_Art"	35°2'56.16" N	26°14'11.42" E	Υγρότοπος	10	1
"XER_Wet_Jun"	35°2'55.21" N	26°14'10.38" E	Υγρότοπος	5	1
"XER_Mes_Mix"	35°3'2.47" N	26°14'24.41" E	Μέσοφιλη και φρυγανική βλάστηση	8	1

Οι σταθμοί "XER\_Wet\_Art" και "XER\_Wet\_Jun" τοποθετήθηκαν περιμετρικά της Αλατσολίμνης και χαρακτηρίζονται κυρίως από αλόφιλα και υγρόφιλα φυτά. Συγκεκριμένα, ο μεν πρώτος έχει ως κύρια βλάστηση φυτά του γένους *Arthrocnemum* και του γένους *Salicornia*, ενώ ο δεύτερος συστάδες με βούρλα (*Juncus* spp.). Η Αλατσολίμνη βρίσκεται ακριβώς πίσω από την ακτογραμμή,



ενώ η θάλασσα με τη λίμνη χωρίζονται από μια ευθεία με άμμο. Ο σταθμός "XER\_Mes\_Mix " βρισκόταν βορειοανατολικά της λίμνης και χαρακτηριζόταν από μικτή βλάστηση με διάφορα αλόφιλα και φρυγανικά φυτά. Συγκεκριμένα, υπήρχε ένα μείγμα με *Arthrocnemum* sp. και *Sarcopoterium spinosum*.

### Εποχική Λίμνη Ομαλού Χανίων

Οι δειγματοληψίες της εποχικής λίμνης του Ομαλού Χανίων, είχαν πραγματοποιηθεί μεταξύ Μάη 2013 και Ιανουαρίου 2014 και τα δείγματα αποθηκεύτηκαν στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης. Ο δειγματοληπτικός σταθμός βρίσκεται ακριβώς περιμετρικά της λίμνης και είχαν τοποθετηθεί 10 παγίδες λόγω της περιορισμένης και απομονωμένης έκτασής της.

**Πίνακας 6: Στοιχεία του δειγματοληπτικού σταθμού στην εποχική λίμνη του Ομαλού Χανίων.**

Σταθμός	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Οικότοπος	#Παγίδες	Υψόμετρο σε m
"CHA_Wet_Mea"	35°19'28.56" N	23°53'28.68" E	Υγρότοπος	10	1060

Η περιοχή που τοποθετήθηκε ο σταθμός χαρακτηρίζεται κυρίως από ελόφυτα, αμφίφυτα και υδρόφυτα. Συγκεκριμένα, μπορούν να απαντηθούν τα ελόφυτα *Juncus effusus*, *Carex divisa*, *Scirpoides holoschoenus* και *Eleocharis palustris*, τα αμφίφυτα *Isoetes hystrix*, *Montia arvensis*, *Ranunculus lateriflorus* και *Elatine alsinastrum* και τα υδρόφυτα *Ranunculus peltatus* και *Callitriche truncata*. Επίσης εκτός από αυτά, πέριξ του υγροτόπου, αλλά και στους πιο ξηρούς μήνες μπορεί να απαντηθούν τα ημι-ξηρά *Polygonum arenastrum*, *Lotus conimbricensis*, *Galium debile*, *Antinoria insularis*, *Trifolium filiforne*, *Spergularia rubra*, *Corrigiola litoralis*, *Polypogon maritimus* και *Mentha pulegium*.

### Εποχική Λίμνη Ομαλού Βιάννου

Στον υγρότοπο του Ομαλού Βιάννου τοποθετήθηκε 1 σταθμός με 16 παγίδες παρεμβολής, εγκάρσια στην εποχική λίμνη, καθώς επίσης και 1 σταθμός σε φρυγανικό υπόστρωμα με 5 παγίδες που λειτουργούσε ως "control" (σταθμός ελέγχου). Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν ανά δίμηνο μεταξύ Οκτώβρη 2014 και Αυγούστου 2015.

**Πίνακας 7: Στοιχεία του δειγματοληπτικού σταθμού στην εποχική λίμνη του Ομαλού Βιάννου.**

Σταθμός	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Οικότοπος	#Παγίδες	Υψόμετρο σε m
"VIA_Wet_Mea"	35°4'20.64" N	25°27'2.88" E	Υγρότοπος	16	1333
"VIA_Dry_Phr"	35°4'21.00" N	25°26'56.76" E	Φρύγανα	5	1350

Η βλάστηση που συναντάται στο σταθμό "VIA\_Wet\_Mea" περιλαμβάνει κυρίως υγρόφιλα φυτά του γένους *Ranunculus* και του γένους *Juncus*. Τους πιο ξηρούς μήνες, όταν υποχωρεί και το νερό, εμφανίζονται φυτά της οικογένειας Compositae, καθώς επίσης σταμναγκάθια (*Cichorium spinosum*) και φυτά του γένους *Crocus*. Ο σταθμός "VIA\_Dry\_Phr" λειτουργούσε ως σταθμός ελέγχου και βρισκόταν βόρεια της εποχικής λίμνης σε υπόστρωμα με χόμα τύπου Terra-rossa, ενώ η βλάστηση αποτελούταν από καθαρά φρυγανικά φυτά (αστοιβίδες, θυμάρια).

## 2.2 Ανάλυση Δεδομένων

### 2.2.1 Διαλογή Υλικού, Ταξινόμηση, Προσδιορισμοί Ειδών

Τα δείγματα από κάθε σταθμό συλλέγονταν ανά παγίδα σε μικρά πλαστικά σακουλάκια που περιείχαν μικρή ποσότητα 99% αιθανόλης και μετέπειτα μεταφέρονταν στο εργαστήριο αρθροπόδων του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης (Μ.Φ.Ι.Κ.). Εκεί, γινόταν ο καθαρισμός των ζώων από τα υπόλοιπα υλικά και στη συνέχεια ακολουθούσε η διαδικασία της διαλογής των συλληφθέντων ζώων, που με την οποία όλα τα ζώα διαχωρίζονταν σε ταξινομικό επίπεδο τάξης και φυλάσσονταν σε αιθανόλη (όλα τα κολεόπτερα φυλάσσονταν σε 99% αιθανόλη). Ταυτόχρονα, όλες οι χωρισμένες τάξεις μεταφέρονταν σε βάζα για φύλαξη και διατηρώντας παράλληλα τον διαχωρισμό ανά παγίδα. Όλες οι πληροφορίες που αφορούν τον αριθμό των τάξεων, των ατόμων, αλλά και το από ποιο σταθμό συλλέχθηκαν, βρίσκονται περασμένα σε φύλλα Excel.

Εν συνεχεία, όλη η τάξη των κολεοπτέρων ταξινομήθηκε περαιτέρω σε επίπεδο οικογένειας και έγινε ο διαχωρισμός της οικογένειας Carabidae. Μετέπειτα, όλα τα άτομα της οικογένειας προσδιορίστηκαν μέχρι το επίπεδο του είδους, ενώ σε μερικά άτομα στα οποία ήταν εφικτό, ο προσδιορισμός έφτανε το επίπεδο υποείδους. Όλα τα δεδομένα από τα κολεόπτερα και τα Carabidae έχουν σωθεί σε φύλλα Excel, καθώς επίσης, όλα τα άτομα βρίσκονται αποθηκευμένα στις εγκαταστάσεις του Μ.Φ.Ι.Κ.. Η ταξινόμηση και οι προσδιορισμοί των ειδών πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση στερεοσκοπίου και βασίστηκαν:

- I. στην κλείδα προσδιορισμού "Ground Beetles (Carabidae) of Greece (Arndt et al. 2011)

- II. στην κλείδα προσδιορισμού "Tiger Beetles, ground Beetles: Illustrated key to the Cicindelidae & Carabidae of Europe" (Trautner and Geigenmüller 1987)
- III. στον εικονογραφημένο κατάλογο "A Revised Catalogue of the Carabidae (Coleoptera) of Cyprus" (Austin et al. 2008)
- IV. στον κατάλογο: "Catalogue of Palearctic Coleoptera. Vol. 1: Archostemata-Myxophaga-Adephaga" (Löbl and Smetana 2003)
- V. σε μεμονωμένες εργασίες (Huber and Marggi 1997, Guéorguiev and Lohaj 2007)
- VI. σε μορφολογικές συγκρίσεις με είδη ζώων από την εντομολογική συλλογή του Μ.Φ.Ι.Κ

Αξίζει να σημειωθεί ότι σε αρκετά τάξα χρειάστηκε η εξαγωγή των αρσενικών γεννητικών οργάνων (aedeagus), ούτως ώστε να πραγματοποιηθεί ακριβέστερος προσδιορισμός των ατόμων. Εν συνεχεία ακολούθησε η ταρίχευση μερικών ατόμων από όλα τα είδη που είχαν βρεθεί στις παγίδες όλων των σταθμών. Τα ταριχευμένα άτομα βρίσκονται σε κουτιά, τα οποία φυλάσσονται στην εντομολογική συλλογή του Μ.Φ.Ι.Κ.

### 2.2.2 Ποσοτικά δεδομένα

Στην παρούσα μελέτη τα δεδομένα που αναλύθηκαν προέρχονται από τη χρήση των παγίδων παρεμβολής. Η μέθοδος αυτή παρέχει ένα ημι-ποσοτικό μέτρο της πραγματικής αφθονίας ενός πληθυσμού, περικλείοντας στον όρο «αφθονία» και τη δραστηριότητα ή σχετική κινητικότητα των ατόμων στο έδαφος.

Επιπλέον, οι αριθμοί των ατόμων που συλλέχθηκαν στα δείγματα, μετατράπηκαν σε αριθμούς ατόμων ανά 100 ημέρες και ανά παγίδα, προκειμένου να γίνουν όλα τα δεδομένα συγκρίσιμα. Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα εκφράζονται με την πιο κάτω εξίσωση, η οποία αποτελεί την έμμεση εκτίμηση των αφθονιών και της δραστηριότητας των τάξων:

$$(x)=p*x$$

(x)= ο αριθμός ατόμων ανά 100 ημέρες και ανά παγίδα

p= 100/αριθμός ενεργών ημερών/αριθμός ενεργών παγίδων

x= αριθμός ατόμων στο δείγμα

Επίσης, η αναγωγή σε αριθμό συλλήψεων ανά παγιδοημέρες θεωρείται ότι μετρά την πυκνότητα της δραστηριότητας των ειδών, «activity density» (Andersen 2000, De Los Santos et al. 2000).

Εκτός από την μετατροπή της αφθονίας των ατόμων σε αφθονία ανά 100 παγιδοημέρες, εφαρμόστηκε και ο τύπος: Βιομάζα (mg)=0,03069\*(μέγεθος ζώου σε mm)<sup>2,63885</sup> (Jarosik 1989) για κάθε τάξον, με σκοπό τη μέτρηση της βιομάζας σε



όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς. Τα δεδομένα βιομάζας χρησιμοποιήθηκαν σε αρκετές στατιστικές αναλύσεις.

### 2.2.3 Μεθοδολογία συστηματικής παρουσίασης των ειδών

Στο κεφάλαιο των αποτελεσμάτων παρουσιάζονται όλα τα τάξα των Carabidae που βρέθηκαν σε όλους τους σταθμούς μελέτης. Για κάθε είδος που συλλέχθηκε αναφέρεται το σωματικό του μέγεθος, ο χωρότυπός του, η κατανομή του, κάποιες γενικές πληροφορίες για το είδος καθώς επίσης και η μορφολογία των φτερών του. Επίσης, δίπλα από κάθε είδος υπάρχει και η φωτογραφία του.

**Σωματικό μέγεθος:** το αποτέλεσμα αναφέρεται σε χιλιοστόμετρα και προκύπτει από το μέτρημα σε στερεοσκόπιο του σωματικού μεγέθους ενός αριθμού ατόμων από κάθε τάξον. Σε κάποιες αναλύσεις χρησιμοποιείται το μέσο σωματικό μέγεθος και ανάλογα με τον αριθμό, τα είδη χωρίζονται σε κλάσεις σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία (Kotze et al. 2011):

**S1:** 0,1-4,0 mm | **S2:** 4,1-8,0 mm | **S3:** 8,1-16,0 mm | **S4:** 16,1 mm-up

**Χωρότυπος:** χαρακτηρισμός του προτύπου εξάπλωσης των τάξων με βάση τα στοιχεία από τη διεθνή βιβλιογραφία. Ο καθορισμός του χωροτύπου έγινε με τη χρήση της κατανομής των τάξων αλλά και με τους χωρότυπους που πρότειναν οι Taglianti et al. το 1999. Συγκεκριμένα, μερικοί χωρότυποι που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής: Ευρω-μεσογειακά (EuMe), Μεσογειακά (Me), Ανατολικο-μεσογειακά (EaMe), Ευρωπαϊκά (Eu), Ανατολικο-ευρωπαϊκά (EaEu), Ενδημικά Κρήτης (E), Παλαιαρκτικά (Pa), Ολαρκτικά (Ho) και Κοσμοπολικά (Co). Επίσης, για την καλύτερη απόδοση των αποτελεσμάτων, οι χωρότυποι αυτοί απλοποιήθηκαν σε ευρύτερους χωρότυπους σύμφωνα με τους Fattorini & Vigna-Taglianti (2002).

**Κατανομή:** περιγράφεται η εξάπλωση των τάξων.

**Γενικές πληροφορίες:** στις γενικές πληροφορίες για κάθε τάξον, περιγράφεται η βιοτοπική προτίμηση του σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, καθώς επίσης και η διατροφική του προτίμηση.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** ο προσδιορισμός του βιοτοπικού χαρακτηρισμού για κάθε τάξον, πραγματοποιήθηκε για την καλύτερη ανάλυση των αποτελεσμάτων. Συγκεκριμένα, τα τάξα ορίστηκαν ως Ευρυτοπικά, Ολιγοτοπικά ή Στενοτοπικά βάσει της βιοτοπικής τους προτίμησης σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία. Συγκεκριμένα, τάξα όπως για παράδειγμα τα *Sirdenus grayii*, *Clivina ypsilon*, *Rogonus chalcone* και *Agonum viridicupreum*, τα οποία είναι αποκλειστικά αλόφιλα ή/και υγρόφιλα, χαρακτηρίστηκαν ως Στενοτοπικά αφού σχετίζονται αποκλειστικά μόνο με έναν τύπο οικοτόπου. Αντίθετα, τα τάξα όπως τα *Carabus banoni* και *Platyderus jedlickai* χαρακτηρίστηκαν ως Ευρυτοπικά, αφού μπορούν να απαντηθούν σχεδόν σε όλους τους τύπους οικοτόπων του νησιού. Ολιγοτοπικά χαρακτηρίστηκαν τα τάξα, τα οποία μπορούν να απαντηθούν σε μικρό φάσμα οικοτόπων και δεν

εξαρτώνται από κάποιον συγκεκριμένο τύπου. Τέτοια τάξα είναι τα *Cymindis ornata*, *Harpalus distinguendus*, *Microlestes maurus* και *Polistichus connexus*. Για την κατηγοριοποίηση των τάξων ανάλογα με την βιοτοπική προτίμηση, χρησιμοποιήθηκε η διεθνής βιβλιογραφία στις περιπτώσεις που υπάρχει αντίστοιχος χαρακτηρισμός για συγκεκριμένα είδη (Hurka 1996, Fattorini and Vigna Taglianti 2002, Arndt et al. 2011, Pilon et al. 2013), ενώ συνεκτιμήθηκε και ο αριθμός των οικοτόπων που ζουν σε ελάχιστα τάξα που δεν διατίθεται διεθνής χαρακτηρισμός.

**Μορφολογία φτερών:** για τον προσδιορισμό της μορφολογίας των φτερών, χρησιμοποιήθηκε μια ομάδα ατόμων για κάθε τάξον. Οι τύποι φτερών είχαν χωριστεί ως εξής: Μακρόπτερα (M), Βραχύπτερα (B) και Διμορφικά (D). Μακρόπτερα θεωρήθηκαν όσα τάξα είχαν άτομα με φτερά ίσα ή μεγαλύτερα από τα έλυτρα του ζώου (με ικανότητα πτήσης), βραχύπτερα αυτά που είχαν άτομα με πολύ μικρά ή ανύπαρκτα φτερά (χωρίς ικανότητα πτήσης) και διμορφικά θεωρήθηκαν τα τάξα που είχαν άτομα και στους 2 προηγούμενους τύπους.

**Φωτογραφία:** οι απεικονίσεις των τάξων προέρχονται είτε από το διαδίκτυο είτε από φωτογραφίες που επιμελήθηκε ο Α. Τριχάς.

**Σταθμοί:** για κάθε τάξον καταγράφεται και ο σταθμός δειγματοληψίας στον οποίο ανευρέθηκε.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** ο συνολικός αριθμός ατόμων που συλλέχθηκε για κάθε τάξον.

#### 2.2.4 Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων

Για την πραγματοποίηση των αναλύσεων χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα που εξέφραζαν την αφθονία (αναμενόμενος αριθμός ατόμων ανά 100 ημέρες και ανά παγίδα), την παρουσία/απουσία των ειδών στους σταθμούς μελέτης, ή βιομάζα κάθε σταθμού. Για την ευκολότερη χρήση των δεδομένων, αποφασίστηκε να διατηρηθούν 2 δειγματοληπτικές περίοδοι, οι ίδιες για κάθε σταθμό δειγματοληψίας. Αυτές οι περίοδοι ήταν οι 2 δειγματοληψίες που έλαβαν χώρα τις εποχές άνοιξη ( $\pm$ Απρίλιος-Μάϊος) και φθινόπωρο ( $\pm$ Σεπτέμβριος-Οκτώβριος), όντας οι 2 εποχές με τη μεγαλύτερη κινητικότητα των Carabidae (Rivard 1964, Thiele 1977). Ως εκ τούτου, αποφεύχθηκε η χρήση των δειγματοληψιών του χειμώνα στις αναλύσεις, οι οποίες κατά το πλείστον ήταν καταστραμμένες λόγω του πλημμυρίσματος των υγροτόπων, από τις βροχές του χειμώνα.

Για τη στατιστική ανάλυση όλων των δεδομένων έγινε η χρήση του Microsoft Excel και των στατιστικών προγραμμάτων IBM SPSS Statistics 21 (SPSS for Windows 2012), PRIMER 6 (Clarke and Gorley 2006) και PA.ST. 3.09 (Øyvind et al. 2001). Οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν αφορούν κυρίως τα σωματικά μεγέθη των ειδών, τη μορφολογία των φτερών τους, τα πρότυπα κατανομής τους, την

πανιδική ομοιότητα των σταθμών, τη βιοποικιλότητα των σταθμών, καθώς επίσης και την ομαδοποίηση των σταθμών βάσει δεικτών βιοποικιλότητας.

### Πρότυπα κατανομής

Για την επίτευξη της ζωογεωγραφικής ανάλυσης, είναι απαραίτητο όλα τα είδη να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με την περιοχή εξάπλωσής τους. Σύμφωνα με τους Taglianti et al. (1999), η γεωγραφική κατανομή των φυτών και των ζώων μπορεί να εκφραστεί με χωροτύπους. Οι χωροτύποι αυτοί δεν είναι τίποτα άλλο από μονάδες μιας ταξινόμησης βάσει των πρότυπων κατανομής των οργανισμών και είναι αποτέλεσμα της συγκριτικής ανάλυσης της γεωγραφικής κλίμακας των ειδών. Παρόλα αυτά, δεν συμφωνούν όλοι οι συγγραφείς στα κριτήρια και στους ορισμούς των χωροτύπων και ως αποτέλεσμα έχουν διατυπωθεί κατά καιρούς διαφορετικές προτάσεις.

Για την απλοποίηση των χωροτύπων σε ευρύτερες ζωογεωγραφικές ομάδες ακολουθήθηκε πρακτική των Fattorini και Vigna-Taglianti (2002) με αποτέλεσμα τις εξής ζωογεωγραφικές ομάδες στους κρητικούς υγροτόπους: **Παλαιαρκτικά είδη** (συμπεριλαμβάνονται τα Ολαρκτικά, τα Παλαιαρκτικά, Δυτικά/Ανατολικά Παλαιαρκτικά, Ασιατικο-Ευρωπαϊκά, Σίβηρο-Ευρωπαϊκά, Κεντροασιατικά-Ευρωμεσογειακά, Κεντροασιατικά-Ευρωπαϊκά, Τουρράνο-Ευρωμεσογειακά, Τουρράνο-Ευρωπαϊκά και Τουρράνο-Μεσογειακά), **Ευρωπαϊκά** (συμπεριλαμβάνονται τα Ευρωπαϊκά, Νότιο-Ευρωπαϊκά και Ευρωμεσογειακά), **Αφροτροπικά** (συμπεριλαμβάνονται τα Αφροτροπικά-Ινδομεσογειακά, Αφροτροπικά-Μεσογειακά και Αφροτροπικά-Παλαιαρκτικά), **Μεσογειακά** (συμπεριλαμβάνονται τα Μεσογειακά και τα Δυτικά/Ανατολικά Μεσογειακά), **Κοσμοπολιτικά** (συμπεριλαμβάνονται είδη με κατανομή σε 3 και πάνω ζωογεωγραφικές ζώνες) και **Ενδημικά** (Taglianti et al. 1999, Fattorini and Vigna-Taglianti 2002).

### Πανιδική ομοιότητα σταθμών μελέτης

Για τον έλεγχο και την ανάδειξη των πανιδικών ομοιοτήτων μεταξύ των περιοχών, πραγματοποιήθηκε ανάλυση ομαδοποίησης (cluster analysis) χρησιμοποιώντας τον δυαδικό πίνακα παρουσίας (1) και απουσίας (0) και τον πίνακα αφθονίας των ειδών σε κάθε δειγματοληπτικό σταθμό. Οι δείκτες ομοιότητας ή ανομοιότητας που χρησιμοποιούνται για πανιδικές συγκρίσεις περιοχών είναι ποικίλοι και η επιλογή του αντιπροσωπευτικότερου δείκτη βασίζεται πολλές φορές σε υποκειμενικά κριτήρια (Sneath et al. 1973). Χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης ομοιότητας Jaccard με τα δεδομένα παρουσίας/απουσίας, ο οποίος υπολογίζει μόνο τις κοινές παρουσίες χωρίς να ενσωματώνει τις κοινές απουσίες και αποτελεί έναν από τους

ευρύτερα χρησιμοποιούμενους δείκτες (Real and Vargas 1996). Επίσης, χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης ομοιότητας Bray-Curtis με τα δεδομένα αφθονίας.

Επιπλέον, για τον έλεγχο της σημαντικότητας των διαφορών (ή μη) μεταξύ των δειγματοληπτικών σταθμών πραγματοποιήθηκε η ανάλυση ομοιοτήτων (ANOSIM), μια μη παραμετρική πολυμεταβλητή ανάλυση (Clarke 1993). Η ANOSIM είναι μία διαδικασία τυχαιοποίησης, η οποία ενσωματώνει τη σύγκριση των ομοιοτήτων μεταξύ κατηγοριών (διαφορετικοί σταθμοί) με τις ομοιοτητες μεταξύ των σταθμών με βάση διάφορους παράγοντες (Clarke and Warwick 2001). Αυτοί οι παράγοντες είναι οι εξής γεωγραφικοί και περιβαλλοντικοί: 1=τύπος εδάφους (άμμος, λάσπη, χώμα), 2=υψόμετρο, 3=κυρίαρχη βλάστηση, 4=διάρκεια υδατοκάλυψης (συγκράτηση νερού στους σταθμούς σε μήνες), 5=συνολική έκταση υγροτοπικών σταθμών, 6=γεωγραφική θέση.

Το στατιστικό μέτρο της ANOSIM (Global R) προέκυψε μετά από 999 τυχαιοποιήσεις. Όσο πιο κοντά είναι η τιμή του R στο 1 τόσο πιο διακριτές είναι οι διαφορές μεταξύ δύο ομάδων ενός παράγοντα, ενώ τιμές του R κοντά στο 0 δε δείχνουν πως υπάρχει διαφορά (Clarke 1993). Ως μέτρο ομοιότητας χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης Jaccard και ως εξαρτημένες μεταβλητές οι αφθονίες των ειδών ανά δειγματοληπτικό σταθμό. Τα κοινά και τα σπάνια είδη σταθμίστηκαν ισότιμα μετασχηματίζοντας τα δεδομένα με τετραγωνική ρίζα. Στις περιπτώσεις που τα αποτελέσματα της ANOSIM έδειξαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα μεταξύ των παραγόντων, ακολούθησε η ανάλυση ποσοστών ομοιότητας (SIMPER), η οποία χρησιμοποιήθηκε για να φανεί ποια είδη συνέβαλαν περισσότερο στην ανομοιομορφία (ή ομοιομορφία) μεταξύ δύο εκάστοτε ομάδων των παραγόντων (Clarke 1993).

Εκτός από αυτά, για τον περαιτέρω έλεγχο των σχέσεων των δειγματοληπτικών σταθμών, εφαρμόστηκε η ανάλυση μη μετρικής πολυδιάστατης διαβάθμισης (non-metric multidimensional scaling-NMDS) με χρήση των δεδομένων αφθονίας και τους διάφορους περιβαλλοντικούς και γεωγραφικούς παράγοντες των σταθμών. Η NMDS είναι μια μέθοδος που διατάσσει τις μεταβλητές ως σημεία σε δισδιάστατο ή τρισδιάστατο (ή ακόμα και πολυδιάστατο) περιβάλλον με βάση την πολυμεταβλητή ομοιότητα. Η σημαντικότητα της διάταξης εκτιμάται από την τιμή stress που δείχνει το βαθμό στον οποίο η παράσταση με τον ελάχιστο αριθμό διαστάσεων αντανακλά τις σχέσεις αποστάσεων στο πολυμεταβλητό σύνολο δεδομένων (Lundholm and Marlin 2006). Οι πιο αξιόπιστες παραστάσεις δίνουν stress με τιμές κοντά στο 0 και οι λιγότερο αξιόπιστες δίνουν stress με τιμές κοντά στο 1 (Wilkinson 1996). Οι τιμές με  $stress < 0,2$  θεωρούνται αρκετά αξιόπιστες (Clarke and Warwick 2001, Quinn and Keough 2002, Wickelmaier 2003). Για την εφαρμογή της NMDS, τα δεδομένα λογαριθμήθηκαν με βάση το 10, ενώ ως δείκτης ομοιότητας χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης Bray-Curtis.

Όλες οι πιο πάνω αναλύσεις για την ομοιότητα των δειγματοληπτικών σταθμών κατέστησαν εφικτές με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος PRIMER 6.

### Βιοποικιλότητα και πλούτος ειδών

Ο πλούτος ειδών για κάθε δειγματοληπτικό σταθμό εκτιμήθηκε χρησιμοποιώντας τους κοινούς μη παραμετρικούς δείκτες Bootstrap και Jackknife 1, οι οποίοι χρησιμοποιούν δεδομένα ειδών ανά δείγμα (Smith and van Belle 1984, Escobar et al. 2005). Οι υπολογισμοί για τις εκτιμήσεις του πλούτου ειδών πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα PA.ST. 3.09.

Η βιοποικιλότητα μιας περιοχής καθορίζεται κυρίως από δύο παραμέτρους: τον αριθμό των ειδών και τη σχετική τους αφθονία, δηλαδή την κατανομή του συνολικού αριθμού των ατόμων ανάμεσα στα είδη της συγκεκριμένης περιοχής. Για τον υπολογισμό λοιπόν της ποικιλότητας, αναπτύχθηκαν διάφοροι δείκτες ποικιλότητας, οι οποίοι εκτός από τον αριθμό των ειδών, λαμβάνουν υπόψη και την ισομερή κατανομή. Οι δείκτες που έχουν χρησιμοποιηθεί σε αυτήν την μελέτη είναι ο δείκτης Shannon (H'), ο δείκτης Simpson (D) και ο δείκτης Fisher's alpha ( $\alpha$ ).

**Δείκτης Shannon (H')**: αυτός ο δείκτης είναι ευρύτατα διαδεδομένος και αντιπροσωπεύει τον βαθμό της κανονικότητας στην αφθονία των ειδών μιας βιοκοινότητας, παίρνοντας συνήθως τιμές που κυμαίνονται από 1,5 έως 3,5 (Magurran 2004). Παρόλα αυτά, μπορεί να πάρει ως κατώτερη τιμή το 0 όταν όλα τα άτομα ανήκουν μόνο σε ένα είδος, ενώ η μεγαλύτερη τιμή εμφανίζεται όταν όλα τα είδη έχουν τις ίδιες αφθονίες. Σύμφωνα με την Magurran (2004) ορίζεται ως:

$$H' = - \sum p_i \cdot \ln p_i$$

$p_i$ : σχετική αφθονία του τάξου

**Δείκτης Simpson (D)**: ο δείκτης αυτός αποτελεί έναν από τους πιο αξιόπιστους δείκτες ποικιλότητας (Magurran 2004). Αρχικά ο Simpson (1949) υπολόγισε την πιθανότητα δύο τυχαία άτομα ενός απεριόριστου δείγματος να ανήκουν στο ίδιο είδος (μεγάλη πιθανότητα = μικρή ποικιλότητα) ως εξής:

$$D = \sum p_i^2$$

$p_i$ : σχετική αφθονία του είδους i

Ενώ η τροποποιημένη εξίσωση του δείκτη που είναι κατάλληλη για μια πεπερασμένη βιοκοινότητα (Magurran 2004) είναι:

$$D = \sum \left[ \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right]$$

$n_i$ : ο αριθμός των ατόμων του είδους  $i$

$N$ : ο συνολικός αριθμός των συλληφθέντων ατόμων

Ουσιαστικά, ο δείκτης Simpson αποτυπώνει τη διακύμανση της κατανομής της αφθονίας των ειδών και παίρνει τιμές από 0 έως 1, με την ποικιλότητα να μειώνεται καθώς αυξάνεται η τιμή του (Magurran 2004).

**Δείκτης Fisher's alpha ( $\alpha$ ):** μια από τις πρώτες προσπάθειες για την μαθηματική περιγραφή των σχέσεων μεταξύ του αριθμού των ειδών και του αριθμού των ατόμων (Magurran 2004). Απαιτεί τα δεδομένα αφθονίας να αποτελούνται από ακέραιους αριθμούς, οπότε στην μελέτη μας χρησιμοποιείται ο πραγματικός ακέραιος αριθμός ατόμων του κάθε είδους (Magurran 2004). Ο δείκτης αυτός δεν επηρεάζεται υπερβολικά από το μέγεθος του δείγματος και επηρεάζεται λιγότερο από τις αφθονίες των πιο κοινών ειδών σε σχέση με τους δύο προηγούμενους δείκτες (Schulte et al. 2005). Σύμφωνα με την Magurran (2004) ο δείκτης ορίζεται ως:

$$\alpha = \frac{N(1 - x)}{x}$$

Η σειρά καταγραφής παίρνει τη μορφή:

$$\alpha x, \frac{\alpha x^2}{2}, \frac{\alpha x^3}{3}, \dots, \frac{\alpha x}{n}$$

όπου  $\alpha x$  = ο αριθμός των ειδών με ένα άτομο,  $\alpha x^2$  = ο αριθμός των ειδών με 2 άτομα και ούτω καθεξής

Για τον υπολογισμό του  $x$ :

$$S/N = [(1 - x)/x] \cdot [-\ln(1 - x)]$$

όπου  $N$  = συνολικός αριθμός ατόμων,  $S$  = αριθμός ειδών

Επιπλέον, έγινε και ο υπολογισμός των δεικτών Evenness ( $e^H/S$ ) και Dominance ( $D$ ), οι οποίοι υπολογίζουν την ισοκατανομή των ειδών σε κάθε δειγματοληπτικό σταθμό. Όταν η τιμή του δείκτη Evenness ( $e^H/S$ ) είναι κοντά στο 0, τότε δηλώνει την ύπαρξη κυρίαρχων ειδών στο δείγμα, ενώ με την τιμή κοντά στο 1, τότε φαίνεται πως τα είδη είναι ισοκατανεμημένα στον σταθμό μελέτης. Ο δείκτης

Dominance (D) παίρνει και αυτός τιμές 0 έως 1, με τις τιμές κοντά στο 1 να δείχνουν μεγάλη κυριαρχία κάποιων ειδών.

Για την εύρεση των τιμών των πιο πάνω δεικτών χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα PA.ST. 3.09.

Για την περαιτέρω μελέτη της σύνθεσης των βιοκοινοτήτων στους υγροτόπους μελέτης υπολογίστηκε στο PRIMER 6 ο δείκτης ανομοιότητας του Sørensen. Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται ως μια έκφραση του "turnover" των ειδών (Magurran 2004, Maveety et al. 2013), ενώ αποτελεί μια καλή προσέγγιση της μιας από τις συνιστώσες της β-ποικιλότητας όπως ορίζεται στον Baselga (2010).

### **Συχνότητα εμφάνισης και αφθονία ειδών**

Για την περαιτέρω ανάλυση της σύνθεσης των πληθυσμών, πραγματοποιήθηκε η κατασκευή γραφημάτων για τη συχνότητα εμφάνισης των ειδών στους σταθμούς μελέτης, καθώς επίσης η εξαγωγή των καμπυλών αφθονίας κάθε σταθμού (rank abundance curves). Το γράφημα της συχνότητας εμφάνισης των ειδών προέκυψε από τη χρήση του προγράμματος Microsoft Office Excel 2007, ενώ οι καμπύλες της αφθονίας προέκυψαν από το στατιστικό πρόγραμμα PRIMER 6.

### **Εποχική Διακύμανση**

Για τη σύγκριση των 2 εποχικών δειγματοληψιών χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα PA.ST. 3.09 και πιο συγκεκριμένα ο μη παραμετρικός έλεγχος t-test. Έγινε χρήση μη παραμετρικού ελέγχου λόγω της μη κανονικότητας των δεδομένων, ενώ τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αφορούσαν την αφθονία (άτομα ανά 100 ημέρες και ανά παγίδες) σε κάθε δειγματοληπτικό σταθμό. Επίσης, πραγματοποιήθηκε και η εύρεση της βιομάζας κάθε εποχής και σταθμού, η οποία παρουσιάστηκε με χρήση του Microsoft Office Excel 2007.

### **Βιοτοπική Ανάλυση**

Καταρχάς, για τον προσδιορισμό της βιοτοπικής προτίμησης όλων των ειδών της μελέτης, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τη διεθνή βιβλιογραφία. Για κάποια είδη που δεν υπήρχαν πληροφορίες για τη βιοτοπική τους προτίμηση, χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του γένους, καθώς επίσης και τα δεδομένα παρουσίας/απουσίας αυτών των ειδών σε διάφορες διεθνείς μελέτες που αφορούσαν τα Carabidae σε διάφορους τύπους οικοσυστημάτων. Για την κωδικοποίηση των τύπων βιοτόπου των Carabidae της μελέτης μας, ακολουθήθηκε η κωδικοποίηση που υφίσταται στη διαδικτυακή βάση δεδομένων Carabids.org (Homburg et al. 2014), κατά την οποία ισχύουν τα εξής: 1=Παράκτιοι και εσωτερικοί αλόφιλοι οικότοποι,



2=Ορεινοί οικότοποι, 3=Οχθες ποταμών και ακτές με αραιή βλάστηση, 4=Παρόχθιοι οικότοποι, έλη, βάλτοι, υγρές και βαλτώδεις χερσαίες περιοχές, 5=Υγρά δάση, 6=Δάση, 7=Ξηρά λιβάδια και θαμνώδεις χερσαίες περιοχές, 8=Σκελετικά εδάφη, σπηλιές και σχισμές, 9=Ανοικτά λιβάδια, καλλιεργήσιμες εκτάσεις και βοσκοτόπια.

Για τη περαιτέρω διερεύνηση των ειδών ως προς τη βιοτοπική τους προτίμηση, πραγματοποιήθηκε η κατηγοριοποίηση τους σε βαθμούς υγροφιλίας και αλοφιλίας. Για την κατηγοριοποίηση αυτή χρησιμοποιήθηκε η αντίστοιχη κατηγοριοποίηση στη διεθνή βιβλιογραφία, ενώ για τα τάξα που δεν διατίθεται διεθνής χαρακτηρισμός (Andujar et al. 2002, Brigié et al. 2014), ο χαρακτηρισμός εκτιμήθηκε βάσει των πιο πάνω βιοτοπικών τους προτιμήσεων. Δηλαδή, τα υγρόφιλα είδη χαρακτηρίστηκαν με το αριθμητικό σύμβολο 2, τα μεσόφιλα με το αριθμητικό σύμβολο 1 και τα ξηρόφιλα με το αριθμητικό σύμβολο 0. Αντίστοιχα το ίδιο και για τα αποκλειστικά αλόφιλα (αριθμητικό σύμβολο 2), τα αλόφιλα (αριθμητικό σύμβολο 1) και τα μη αλόφιλα ζώα (αριθμητικό σύμβολο 0). Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε και ο βιοτοπικός χαρακτηρισμός (Στενοτοπικό, Ολιγοτοπικό, Ευρυτοπικό) των ειδών (όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω) για την καλύτερη ανάλυση της βιοτοπικής προτίμησης.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων παρουσιάζονται με χρήση του προγράμματος Microsoft Office Excel 2007.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ο στατιστικός έλεγχος t-test (ανεξάρτητου μεγέθους δειγμάτων) στο IBM SPSS Statistics 21, με σκοπό να διαφανεί το κατά πόσο υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα ποσοστά αντιπροσώπευσης των πιο πάνω ομάδων (Στενοτοπικά, Ολιγοτοπικά, Ευρυτοπικά, Υγρόφιλα, Μεσόφιλα, Ξηρόφιλα, Αποκλειστικά Αλόφιλα, Αλόφιλα και Μη Αλόφιλα) μεταξύ των παράκτιων και ορεινών υγροτόπων.

### **Σωματικό μέγεθος, διατροφικές συνήθειες και μορφολογία φτερών**

Όπως έχει προαναφερθεί, ως σωματικό μέγεθος χρησιμοποιήθηκε το συνολικό μέγεθος του σώματος των ατόμων που συλλέχτηκαν στην παρούσα μελέτη. Τα αποτελέσματα δίνονται ως μέσο σωματικό μέγεθος (mm) για κάθε είδος της οικογένειας Carabidae. Το συνολικό μήκος σώματος αντιπροσωπεύει συνηθέστερα την έκφραση του σωματικού μεγέθους απ' ό,τι η μέτρηση της βιομάζας, έχει χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν σε μελέτες κολεοπτέρων και έχει αποδειχθεί μία πολύ αποτελεσματική εκτίμηση σωματικού μεγέθους για την οικογένεια Carabidae (Homburg et al. 2014).

Για την ανίχνευση πιθανών προτύπων σε σχέση με το σωματικό μέγεθος των ειδών, ακολούθησε κατάταξη των ειδών σε τέσσερις κλάσεις μεγέθους σύμφωνα με τους Kotze et al. (2011).

**S1:** 0,1-4,0 mm | **S2:** 4,1-8,0 mm | **S3:** 8,1-16,0 mm | **S4:** 16,1 mm-up

Ο προσδιορισμός της τροφικής προτίμησης πραγματοποιήθηκε με δεδομένα διατροφικών συνηθειών που ανευρέθηκαν στη διεθνή βιβλιογραφία. Για ορισμένα είδη, στα οποία δεν υπήρχαν πληροφορίες, χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του γένους, καθώς επίσης λήφθηκε υπόψη και η μορφολογία των στοματικών τους εξαρτημάτων (Sharova and Ghilarov 1981, Forsythe 1983). Έτσι, έγινε η κατηγοριοποίηση των ζώων σε Θηρευτές, Παμφάγους και Σπερματοφάγους. Στους θηρευτές τοποθετήθηκαν τα είδη που τρέφονται αποκλειστικά με ζωικούς οργανισμούς, στα σπερματοφάγα ανήκουν τα είδη που τρέφονται είτε με σπόρους, είτε με φυτά, ενώ στα παμφάγα μπάκαν τα είδη που έχουν παρατηρηθεί να τρώνε και ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς.

Όσο αφορά τη μορφολογία φτερών, όλα τα είδη έχουν κατηγοριοποιηθεί ως Μακρόπτερα ή Βραχύπτερα ή Διμορφικά. Η κατηγοριοποίηση αυτή προέκυψε από τον έλεγχο μιας ομάδας ατόμων από κάθε είδος που συλλέχτηκε. Τα βραχύπτερα είδη ήταν αυτά στα οποία τα φτερά είτε απουσίαζαν, είτε το μέγεθος τους ήταν αισθητά μικρότερο από το μέγεθος του ελύτρου. Τα μακρόπτερα είδη είχαν φτερά, των οποίων το μέγεθος ήταν ίσο ή ξεπερνούσε το μέγεθος του ελύτρου, ενώ για τα διμορφικά τάξα είχαμε άτομα και των 2 προηγούμενων κατηγοριών. Ως γνωστών, οι διαφορετικές μορφές φτερών είναι ένα κοινό φαινόμενο στα έντομα που συμβαίνει σε όλες τις τάξεις περυγωτών εντόμων, και προφανώς στα κολεόπτερα της οικογένειας Carabidae (Aukema 1995).

Για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων των αναλύσεων γίνεται η χρήση του προγράμματος Microsoft Office Excel 2007.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ο στατιστικός έλεγχος t-test (ανεξάρτητου μεγέθους δειγμάτων) στο IBM SPSS Statistics 21, με σκοπό να διαφανεί το κατά πόσο υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα ποσοστά αντιπροσώπευσης των πιο πάνω ομάδων (Μακρόπτερα, Βραχύπτερα, Διμορφικά, Θηρευτές, παμφάγα, Σπερματοφάγα, κλάσεις μεγέθους) μεταξύ των παράκτιων και ορεινών υγροτόπων.

## **ΚΕΦ 3: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

### 3.1 Συστηματική και βιογεωγραφία

Αυτή η ενότητα παρουσιάζει αναλυτικά τα είδη των Carabidae που βρέθηκαν στις περιοχές μελέτης. Παρουσιάζονται διεξοδικότερα τα είδη ανά σταθμό μελέτης, καθώς επίσης και τα στοιχεία για την αφθονία του κάθε είδους. Επιπλέον, παρουσιάζεται εικονογραφημένη επισκόπηση των ευρεθέντων ειδών (σε ταξινομική σειρά) με συνοπτικά στοιχεία για το κάθε ένα, που αφορούν στο μέγεθος, στη μορφολογία των φτερών και την κατανομή τους. Στη συνέχεια, τα είδη ομαδοποιούνται με βάση τον ζωογεωγραφικό χαρακτηρισμό τους (χωρότυπος), ενώ επίσης αναδεικνύονται οι πανιδικές σχέσεις μεταξύ των δειγματοληπτικών σταθμών με ανάλυση ομαδοποίησης (clustering).

#### 3.1.1 Διαλογή Υλικού Δειγματοληψίας

Από όλες τις περιοχές μελέτης συγκεντρώθηκαν και ξεχωρίστηκαν τα άτομα από 31 διαφορετικές ζωικές ομάδες. Αυτές οι ομάδες δίνονται στον Πίνακα 8.

**Πίνακας 8: Οι διάφορες ζωικές ομάδες που συλλέχτηκαν στις περιοχές μελέτης, σ' όλη τη διάρκεια της έρευνας. Με έντονους χαρακτήρες διακρίνονται οι πολυπληθέστερες ομάδες και σε παρένθεση οι στρογγυλεμένοι συνολικοί αριθμοί των ατόμων τους στα δείγματα.**

Acarea (4.500)	Hemiptera (2.000)	<b>Άλλα Έντομα ή Προνύμφες (8.500)</b>
<b>Amphipoda (16.500)</b>	Homoptera (1.500)	Plecoptera (100)
<b>Araneae (11.000)</b>	<b>Hymenoptera (42.500)</b>	Pseudoscorpiones (250)
<b>Blattodea (6.000)</b>	<b>Gastropoda (9.000)</b>	Scorpiones (100)
Chilopoda (500)	<b>Isopoda (40.500)</b>	Thysanoptera (50)
<b>Coleoptera (27.000)</b>	Lepidoptera (500)	Thysanura (300)
<b>Collembola (10.000)</b>	Mantodea (100)	Trichoptera (25)
Dermaptera (2.000)	Neuroptera (50)	Σπονδυλόζωα (μυγαλές, ποντίκια, αμφίβια, σαύρες, πουλιά) (2.000)
Diplopoda (2.500)	Odonata (50)	
<b>Diptera (22.000)</b>	Opiliones (3.000)	<b>Συνολικά: 215.000</b>
Embiodera (500)	Orthoptera (1.000)	

### 3.1.2 Προσδιορισμοί Οικογενειών Κολεοπτέρων

Μετά την εργαστηριακή διαλογή σε επιμέρους ομάδες ακολούθησαν οι προσδιορισμοί των οικογενειών των κολεοπτέρων. Αναγνωρίστηκαν συνολικά 40 οικογένειες, 12 εκ των οποίων είναι κυρίως εδαφόβιες. Στον Πίνακα 9 φαίνονται όλες οι οικογένειες που αναγνωρίστηκαν, ενώ με έντονη (bold) γραμματοσειρά φαίνονται οι οικογένειες με μεγάλα ποσοστά εδαφόβιων ειδών.

**Πίνακας 9: Οι οικογένειες των κολεοπτέρων που συλλέχτηκαν (αλφαβητικά). Με έντονη γραμματοσειρά οι εδαφόβιες οικογένειες, ενώ στην παρένθεση ο στρογγυλεμένος αριθμός των ατόμων τους στα δείγματα.**

Anobiidae (20)	Curculionidae (500)	Mordellidae (10)
Anthicidae (1.500)	<b>Dermestidae (2.000)</b>	Mycetophagidae (20)
Bostrichidae (50)	Drilidae (20)	Nitidulidae (100)
Brentidae (400)	Dytiscidae (100)	Oedemeridae (20)
Bruchidae (10)	<b>Elateridae (500)</b>	<b>Pselaphidae (100)</b>
Buprestidae (20)	Endomychidae (20)	Ptilidae (50)
Cantharidae (20)	Heteroceridae (10)	<b>Ptinidae (2.000)</b>
<b>Carabidae (4.212)</b>	<b>Histeridae (1.000)</b>	<b>Scarabaeidae (500)</b>
Cerambycidae (20)	Hydraenidae (100)	Scydmaenidae (150)
Chrysomelidae (500)	Hydrophilidae (50)	<b>Silphidae (2.500)</b>
Coccinellidae (100)	<b>Lathridiidae (20)</b>	<b>Staphylinidae (5.000)</b>
Colydiidae (10)	Leiodidae (100)	<b>Tenebrionidae (3.500)</b>
Cryptophagidae (50)	Malachiidae (20)	
<b>Cucujidae (1.500)</b>	Melyridae (100)	<b>Συνολικά: 27.000</b>

### 3.1.3 Τα Είδη των Carabidae

Για την παρούσα μελέτη αναγνωρίστηκαν 4.212 άτομα Carabidae και συνολικά προσδιορίστηκαν 105 τάξα Carabidae από όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς, τα οποία αντιστοιχούν σε 56 γένη. Από όλα τα τάξα που συλλέχθηκαν τα 8 είναι ενδημικά του νησιού, ενώ ταυτόχρονα επιβεβαιώθηκε η παρουσία 2 αινιγματικών, μέχρι σήμερα, τάξων στην Κρήτη (*Megacephala euphratica*, *Dicheirottrichus obsoletus*) και προστέθηκαν 17 νέα τάξα (πρώτες αναφορές) στον κατάλογο της Κρήτης. Επίσης, από όλα τα άτομα που αναλύθηκαν προκύπτει ότι για 17 τάξα (16,19%) βρέθηκε μόνο ένα άτομο.

Από τους υγροτόπους της μελέτης συγκεντρώθηκαν 93 τάξα, εκ' των οποίων μόλις τα 6 ήταν ενδημικά, ενώ τα 55 (52,38%) από αυτά έχουν συλλεχτεί μόνο από έναν υγρότοπο μελέτης. Τα πιο κοινά είδη στους υγροτόπους της Κρήτης είναι τα *Carabus banoni*, *Agonum marginatum* και *Tachys bistriatus*, από τα οποία το *C. banoni* συλλέχτηκε στους 6 από τους 7 υγροτόπους της μελέτης. Τα *A. marginatum* και *T. bistriatus* συλλέχτηκαν σε 5 υγροτόπους και είχαν μάλιστα και πολύ μεγάλους αριθμούς ατόμων.

**Πίνακας 10:** Πίνακας που παρουσιάζει τον αριθμό γενών, ειδών και ατόμων που συλλέχθηκαν στους δειγματοληπτικούς σταθμούς (με κόκκινο οι σταθμοί ελέγχου). Επίσης, παρουσιάζεται ο λόγος ειδών προς γένη.

Σταθμός	Γένη	Είδη	Άτομα	Είδη/Γένη
FAL_Wet_Jun	18	25	753	1,39
VIA_Wet_Mea	13	18	1989	1,38
XER_Wet_Art	15	20	122	1,33
APO_Wet_Jun	14	18	85	1,29
FAL_Wet_San	19	24	103	1,26
ALM_Wet_ArtB	20	25	64	1,25
PET_Wet_Fra	13	16	302	1,23
XER_Wet_Jun	10	12	47	1,2
ALM_Wet_ArtA	24	28	138	1,17
ALM_Wet_Jun	19	22	50	1,16
CHA_Wet_Mea	9	10	102	1,11
APO_Wet_Art	11	12	109	1,1
ALM_Dry_Phr	9	9	78	1
XER_Mes_Mix	19	21	144	1,11
VIA_Dry_Phr	9	11	126	1,22

Οι αριθμοί των ειδών και των γενών που συναντώνται σε μία περιοχή και οι λόγοι τους (S/G) χρησιμοποιούνται ευρέως σαν εργαλείο στη βιογεωγραφία. Έχει παρατηρηθεί πως οι λόγοι αυτοί είναι χαμηλότεροι στις νησιωτικές ή απομονωμένες περιοχές σε σύγκριση με τις γειτονικές τους ηπειρωτικές (Elton 1946). Το γεγονός αυτό συνήθως αποδίδεται στον υψηλότερο ανταγωνισμό που παρατηρείται στα νησιά. Παρ' όλα αυτά, ο λόγος ειδών προς γένη εξαρτάται ισχυρά από το συνολικό αριθμό ειδών στο κάθε νησί, από την ιστορία της περιοχής, τη σχέση των μελετώμενων οργανισμών με τις βιοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε αυτήν, καθώς και την προέλευσή τους (Simberloff 1970). Επιπλέον, η χαμηλή τιμή του λόγου μπορεί να οφείλεται και στην τυχαία και γρήγορη διαμόρφωση μιας πανίδας σε μια περιοχή που αντλεί είδη από μια άλλη περιοχή προέλευσης, αφού ο αριθμός των γενών ακολουθεί εκθετική κατανομή (Jarvinen 1982).

Η αναλογία ειδών προς γένη για όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς παρουσιάζεται στον Πίνακα 10 και οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ 1 και 1,39. Ο μέσος όρος των τιμών των υγροτοπικών σταθμών είναι 1,239 με τυπική απόκλιση 0,1, ενώ ο διάμεσος είναι το 1,24. Οι χαμηλότερες τιμές του λόγου προκύπτουν στον Αποσελέμη και στον Ομαλό Χανίων, ενώ οι ψηλότερες παρουσιάζονται στον υγρότοπο Φαλασάρνων και στον Ομαλό Βιάννου. Σε γενικές γραμμές ο μέσος όρος του λόγου των υγροτοπικών σταθμών είναι ψηλότερος από τις τιμές των σταθμών ελέγχου (φρύγανα), παρόλα αυτά μπορεί να ειπωθεί ότι η αναλογία είναι αρκετά χαμηλή για μια οικογένεια όπως τα Carabidae, τα οποία θεωρούνται υψηλής παραγωγής ειδών (Fattorini and Vigna-Taglianti 2002), δηλαδή αρκετά γένη αντιπροσωπεύονται με πολλά είδη σε έναν οικοτόπο.



### 3.1.4 Πρώτες αναφορές και οι επιβεβαιώσεις ειδών

Οι πρώτες αναφορές ειδών για το νησί της Κρήτης είναι συνολικά 17, ενώ παράλληλα επιβεβαιώθηκε η παρουσία ακόμη 2 ειδών. Από τις νέες αναφορές, 6 βρέθηκαν στον Αλμυρό ποταμό, 2 στην Εκβολή του Αποσελέμη, 3 στην Εκβολή του Πετρέ, 3 στον Υγρότοπο Φαλασάρνων, 3 στην Αλατσολίμνη του Ξερόκαμπου και 1 στην Εποχική λίμνη του Ομαλού Βιάννου. Στον Πίνακα 11 φαίνονται αναλυτικότερες πληροφορίες για τα 19 αυτά τάξα.

Πίνακας 11: Αναλυτικά οι πρώτες αναφορές και οι επιβεβαιώσεις για το νησί της Κρήτης.

Τάξα	Άτομα	Περιοχή Μελέτης	Βιοτοπικός χαρακτήρισμα
<i>Megacephala euphratica euphratica</i>	12	Εκβολή Αποσελέμη	Αλόφιλο
<i>Brachinus psophia</i>	28	Υγρότοπος Φαλασάρνων	Υγρόφιλο
<i>Brachinus plagiatus</i>	2	Αλμυρός Ποταμός	Αλόφιλο και Υγρόφιλο
<i>Clivina ypsilon</i>	2	Αλμυρός Ποταμός	Αλόφιλο
<i>Scarites procerus eurytus</i>	19	Υγρότοπος Φαλασάρνων	Αλόφιλο και Υγρόφιλο
<i>Tachys atratus</i>	15	Αλμυρός Ποταμός και Εκβολή Αποσελέμη	Αλόφιλο
<i>Sirdenus grayii</i>	1	Μικτός σταθμός Ξερόκαμπου	Αλόφιλο
<i>Anisodactylus intermedius</i>	1	Υγρότοπος Φαλασάρνων	Υγρόφιλο
<i>Ophonus puncticeps</i>	2	Αλμυρός Ποταμός	Ξηρό και ημι-υγρό περιβάλλον
<i>Ophonus puncticollis</i>	1	Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου	Θερμόφιλο
<i>Parophonus hirsutulus</i>	39	Εκβολή Πετρέ	Υγρόφιλο
<i>Dicheirotichus obsoletus</i>	10	Αλμυρός Ποταμός και Εκβολή Αποσελέμη	Αλόφιλο
<i>Dicheirotichus lacustris</i>	4	Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου	Αλόφιλο
<i>Cymindis ornata</i>	3	Εκβολή Αποσελέμη και Πετρέ	Ξηρό και ημι-υγρό περιβάλλον

<i>Agonum thoreyi</i>	1	Εκβολή Πετρέ	Υγρόφιλο
<i>Agonum viridicupreum</i>	1063	Ομαλός Βιάννου	Υγρόφιλο
<i>Calathus cinctus</i>	2	Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου	Ανοικτές περιοχές
<i>Amara apricaria</i>	1	Αλμυρός Ποταμός	Ανοικτές περιοχές και ξηρόφιλο
<i>Polistichus connexus</i>	6	Αλμυρός Ποταμός	Ξηρό και ημι-υγρό περιβάλλον

### 3.1.5 Συστηματική Παρουσίαση των Τάξων της οικογένειας Carabidae

#### Subfamily Nebriinae Laporte, 1834

##### Tribe Nebriini Laporte, 1834

1. *Nebria* (s.str.) *testacea* Olivier, 1811



**Μέγεθος:** 11 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο .

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Υγρόφιλο, κοντά σε γλυκό νερό ή χιόνι (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Ανατολικο-μεσογειακό (Emre and Avgin 2007).

**Κατανομή:** Ελλάδα, Κρήτη, Τουρκία (Emre and Avgin 2007).

**Περιοχές Μελέτης:** Εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου, Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 2

##### Tribe Notiophilini Motschulsky, 1850

2. *Notiophilus geminatus* Dejean, 183



**Μέγεθος:** 5,1-5,4 mm

**Φτερά:** Βραχύπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Μικρό μέγεθος, ενεργά κατά τη μέρα, τρέφεται με κολλέμβολα, ζει σε στρωμένες δασών, μακίας ή λιβαδιών (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Μεσογειακό.

**Κατανομή:** Νότια Ευρώπη από Ιταλία μέχρι Πορτογαλία, Ελλάδα, βόρεια

Αφρική από Λιβύη μέχρι Μαρόκο και στο αρχιπέλαγος της Μακαρονησίας (Barševskis 2007).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 2

#### Subfamily Cicindelinae Latreille, 1802

##### Tribe Cicindelini Latreille, 1802

3. *Calomera littoralis winkleri* (Mandl, 1934)



**Μέγεθος:** 13,5 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Δραστηριοποιείται κατά την ηλιοφάνεια και συναντάται σε κοίτες ποταμών και σε παραλίες με άμμο (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Ανατολικο-μεσογειακό

**Κατανομή:** Νοτιο-κεντρική και νότια Ευρώπη στην κεντρική Ασία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου, υγρότοπος Φαλασάρνων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 4

### Tribe Megacephalini Laporte, 1834

#### 4. *Megacephala euphratica euphratica* Latreille & Dejean, 1822



**Μέγεθος:** 19,5-20,5 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο στα δείγματα και βραχύπτερο στη βιβλιογραφία (Homburg et al. 2014).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται σε αλυκές και σε αλμυρά λιβάδια (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Μεσογειακό.

**Κατανομή:** Νοτιοδυτική ιβηρική χερσόνησο, βόρεια Αφρική, Ασία, Μέση Ανατολή (Franzen 2001, Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Εκβολή Αποσελέμη.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 12

**Σχόλια:** Σύμφωνα με τους Arndt et al. (2011) χρειαζόταν επιβεβαίωση η παρουσία του στο νησί.

### Subfamily Carabinae Latreille, 1802

#### Tribe Carabini Latreille, 1802

#### 5. *Carabus (Procrustes) banoni* Dejean, 1829



**Μέγεθος:** 26,5 mm

**Φτερά:** Βραχύπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ευρυτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται σε λόφους, βουνά, θαμνότοπους και ξέφωτα. Αφθονία ατόμων στα περισσότερα κρητικά οικοσυστήματα (Turin 1993).

**Χωρότυπος:** Ενδημικό είδος της Κρήτης (Arndt et al. 2011).

**Κατανομή:** Κρήτη και οι δορυφορικές της νησίδες (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, εκβολή Αποσελέμη, Αλατσολίμνη

Εερόκαμπου, υγρότοπος Φαλασάρνων, εποχική λίμνη Ομαλού Χανίων και εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 158

### Subfamily Brachininae Bonelli, 1810

#### Tribe Brachinini Bonelli, 1810

#### 6. *Brachinus* (s.str.) *ejaculans* Fischer von Walgheim, 1828



**Μέγεθος:** 10,5 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται σε ένα ευρύ φάσμα οικοτόπων, από υγρά μέχρι και πολύ ξερά εδάφη (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-ευρωπαϊκό.

**Κατανομή:** Νοτιοανατολική Ευρώπη μέχρι την κεντρική Ασία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Υγρότοπος Φαλασάρνων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 4

#### 7. *Brachinus* (s.str.) *psophia* Audinet-Serville, 1821



**Μέγεθος:** 7,5-8,5 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται σε μη σκιασμένες υγρές περιοχές (Hurka 1996).

**Χωρότυπος:** Τουρράνο-ευρωμεσογειακό.

**Κατανομή:** Νότια και νοτιοανατολική Ευρώπη, Αλγερία, Μικρά Ασία μέχρι κεντρική Ασία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Υγρότοπος Φαλασάρνων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 28

**Σχόλια:** Πρώτη αναφορά του είδους για το νησί της Κρήτης.

8. *Brachinus* (s.str.) *plagiatus* Reiche, 1868



**Μέγεθος:** 9 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται σε ανοικτούς οικοτόπους και είναι αλόφιλο (Pilon et al. 2013).

**Χωρότυπος:** Ευρω-Μεσογειακό.

**Κατανομή:** Κεντρική και νότια Ευρώπη, βόρεια Αφρική, Ιράν και Ιράκ (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 2

**Σχόλια:** Πρώτη αναφορά του είδους από την Κρήτη.

### Subfamily Siagoninae Bonelli 1813

#### Tribe Siagonini Bonelli, 1813

9. *Siagona europaea* Dejean, 1826



**Μέγεθος:** 11 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Απαντάται σε ένα ευρύ φάσμα ενδιαιτημάτων, αλλά κυρίως σε καλλιέργειες και σε αργιλώδη εδάφη (Austin et al. 2008, Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Αφροτροπικο-ινδομεσογειακό.

**Κατανομή:** Από τη Μεσόγειο μέχρι και την κεντρική Ασία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 3

### Subfamily Scaritinae Bonelli, 1810

#### Tribe Clivinini Rafinasque, 1815

10. *Clivina* (s.str.) *ypsilon* Dejean & Boisduval, 1829



**Μέγεθος:** 5,6-5,7 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Ζει σε υγρά εδάφη, συχνά κοντά σε επιφάνειες νερού (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Παλαιαρκτικό.

**Κατανομή:** Νότια και ανατολική Ευρώπη, βόρεια Αφρική, μέση Ανατολή (Austin et al. 2008).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 2

**Σχόλια:** Πρώτη αναφορά από Κρήτη.

#### Tribe Dyschiriini W. Kolbe, 1880

11. *Dyschirius* (*Dyschiriodes*) *apicalis* Putzeys, 1846



**Μέγεθος:** 3,5 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Αμμώδεις, αργιλώδεις έδαφος κοντά σε ποτάμια, λίμνες και παράκτιες περιοχές. Αλόφιλο και χαρακτηριστικό είδος των αλμυρών οικοτόπων (Hurka 1996).

**Χωρότυπος:** Ευρωπαϊκό.

**Κατανομή:** Ευρωπαϊκές χώρες της μεσογειακής λεκάνης, βαλκανική Χερσόνησος, Εγγύς Ανατολή (Τριχάς 1996).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, εκβολή Αποσελέμη, υγρότοπος Φαλασάρνων και Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 34

12. *Dyschirius (Dyschiriodes) cf. cylindricus hauseri* A. Fleischer, 1898



www.eurocarabidae.de

**Μέγεθος:** 3,8-4,0 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Αμμώδεις, αργιλώδεις έδαφος κοντά σε ποτάμια, λίμνες και παράκτιες περιοχές. Αλόφιλο και χαρακτηριστικό είδος των αλμυρών οικοτόπων (Hurka 1996).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-ανατολική Ευρώπη.

**Κατανομή:** Είδος που εξαπλώνεται στη νότια Ευρώπη και την ανατολική Μεσόγειο, όπως σε Γαλλία, Αλγερία, Σικελία, Ελλάδα και Τουρκία (Τριχάς 1996).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός και Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 5

### Tribe Scaritini Bonelli, 1810

13. *Distichus (s.str.) planus* Bonelli, 1813



www.eurocarabidae.de

**Μέγεθος:** 14,5-16,5 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται σε αμμώδεις παραλίες (Arndt et al. 2011)

**Χωρότυπος:** Αφροτροπικο-ινδομεσογειακό.

**Κατανομή:** Αραβική Χερσόνησος, Μικρά Ασία, Ινδία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, υγρότοπος Φαλασάρνων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 10

14. *Scarites (Parallelomorphus) terricola terricola* Bonelli, 1813



www.eurocarabidae.de

**Μέγεθος:** 17,2 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο στα δείγματα και βραχύπτερο στη βιβλιογραφία (Homburg et al. 2014).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται σε μια ποικιλία ενδιαιτημάτων, όπως θαλάσσιες ακτές, όχθες ποταμών, λίμνες και αλμυρά εδάφη (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Παλαιαρκτικό.

**Κατανομή:** Είδος στη νότια και νοτιοανατολική Ευρώπη, καθώς επίσης και στη βόρειο Αφρική, στη δυτική και ανατολική Ασία, μέχρι την Ιαπωνία (Τριχάς 1996)

**Περιοχές Μελέτης:** Εκβολή Αποσελέμη, υγρότοπος Φαλασάρνων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 23

15. *Scarites (s.str.) procerus eurytus* Fischer von Waldheim, 1828



**Μέγεθος:** 39,0 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο στα δείγματα και βραχύπτερο στη βιβλιογραφία (Homburg et al. 2014).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται σε βαλτώδεις οικοτόπους (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-μεσογειακό.



**Κατανομή:** Νότια Ευρώπη, βόρεια Αφρική, Αφγανιστάν, Ιράν, Ιράκ, Κιργιστάν, Καζακστάν, Πακιστάν, Σαουδική Αραβία, Συρία, Τουρκία και Ουζμπεκιστάν (Löbl and Smetana 2003).

**Περιοχές Μελέτης:** Υγρότοπος Φαλασάρων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 19

**Σχόλια:** Πρώτη αναφορά για το νησί της Κρήτης.

## Subfamily Trechinae Bonelli, 1810

### Tribe Bembidiini Stephens, 1827

#### 16. *Asaphidion stierlini* Heyden, 1880



**Μέγεθος:** 4,0- 4,2 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Τα περισσότερα είδη του γένους είναι υγρόφιλα και ηλιόφιλα (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Μεσογειακό.

**Κατανομή:** Από τη δυτική Ευρώπη έως τη δυτική Τουρκία, την Ολλανδία, τη δυτική Γερμανία, την Αυστρία και την Ουγγαρία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός και εκβολή Πετρέ.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 7

#### 17. *Bembidion (Emphanes) cf. axillare* Motschulsky, 1844



**Μέγεθος:** 3,05-3,35 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές πληροφορίες:** Τα περισσότερα είδη του γένους προτιμούν ακτές ή αλίπεδα με μεγάλη αφθονία. Μερικά συναντώνται και σε καλλιέργειες (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Παλαιαρκτικό είδος.

**Κατανομή:** Το υποείδος διαδεδομένο στη βαλκανική Χερσόνησο. Στην Ελλάδα είναι γνωστό από τη Θράκη έως την Πελοπόννησο και την Κρήτη. Το είδος εξαπλώνεται στη νότιο Παλαιαρκτική (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Εκβολή Αποσελέμη.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 3

#### 18. *Bembidion (Emphanes) cf. latiplaga* Chaudoir, 1850



**Μέγεθος:** 3 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συνήθως συναντάται σε όχθες τρεχούμενου νερού σε παράκτιες περιοχές (Abdel-Dayem 1998).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-μεσογειακό.

**Κατανομή:** Χώρες Μεσογείου, από ιβηρική χερσόνησο μέχρι κεντρική Ασία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, εκβολή Αποσελέμη.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 12

#### 19. *Bembidion (Metallina) lampros* (Herbst, 1784)



**Μέγεθος:** 3,6 mm

**Φτερά:** Βραχύπτερο στα δείγματα και διμορφικό στη βιβλιογραφία (Mitchell 1963).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ευρυτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Πρωτίστως σαρκοφάγο και ίσως το πιο ευρυτοπικό είδος του γένους. Μπορεί να συναντηθεί κοντά σε νερό και σε εδάφη με ενδιάμεση υγρασία, ενώ τη μεγαλύτερη αφθονία την έχει σε χωράφια και συχνά



σε αργιλώδη, αμμώδη και χαλικώδη εδάφη (Lindroth 1992).

**Χωρότυπος:** Παλαιαρκτικό (Arndt et al. 2011).

**Κατανομή:** Ευρασιατική κατανομή, από Ευρώπη μέχρι ανατολική Σιβηρία και εισαχθέντα στη βόρεια Αμερική (Τριχάς 1996, Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Εποχική λίμνη Ομαλού Χανίων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 1

20. *Bembidion (Neja) curtulum* Jacqueline du Val, 1851



**Μέγεθος:** 3,75-4,0 mm

**Φτερά:** Διμορφικό στα δείγματα και μακρόπτερο στη βιβλιογραφία (Homburg et al. 2014).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Τα περισσότερα είδη του γένους προτιμούν ακτές ή αλίπεδα με μεγάλη αφθονία. Μερικά συναντώνται και σε καλλιέργειες (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-μεσογειακό.

**Κατανομή:** Ανατολική Μεσόγειο, Ζάκυνθο, Κρήτη, Παλαιστίνη, Αλγερία, Τυνησία (Τριχάς 1996).

**Περιοχές Μελέτης:** Εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 1

**Σχόλια:** Σύμφωνα με τους Löbl & Smetana (2003) αποτελεί συνώνυμο του είδους *B. leucoscelis*.

21. *Bembidion (Peryphus) subcostatum creticum* J. Müller, 1918



**Μέγεθος:** 5,0 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Τα περισσότερα είδη του γένους προτιμούν ακτές ή αλίπεδα με μεγάλη αφθονία. Μερικά συναντώνται και σε καλλιέργειες (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Ενδημικό υποείδος Κρήτης (Arndt et al. 2011).

**Κατανομή:** Κρήτη (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Εκβολή Πετρέ.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 166

22. *Bembidion (Philochthus) inoptatum* Schaum, 1857



**Μέγεθος:** 4,75-5,0 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Τα περισσότερα είδη του γένους προτιμούν ακτές ή αλίπεδα με μεγάλη αφθονία. Μερικά συναντώνται και σε καλλιέργειες (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Ευρωπαϊκό.

**Κατανομή:** Δυτική Ευρώπη και Καύκασο (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Υγρότοπος Φαλασάρνων, εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου (168).

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 170

23. *Bembidion (Philochthus) iricolor* Bedel, 1879



**Μέγεθος:** 4,5-5,0 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Αλόφιλο και συναντάται σε υγροτόπους κοντά σε ακτές (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Ευρω-μεσογειακό.

**Κατανομή:** Ευρώπη, βόρεια Αφρική, Ιράν και Ισραήλ (Löbl and Smetana 2003).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 36

24. *Bembidion (Philochthus) lunulatum* (Geoffroy, 1785)



**Μέγεθος:** 3,9-4,0 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Πάντα σε υγρά αργιλώδη εδάφη (Lindroth 1992) και κυρίως σε ακτές και όχθες ποταμών ή λιμνών με αργιλώδες έδαφος, μέτριας ή υψηλής υγρασίας (Hurka 1996).

**Χωρότυπος:** Ευρω-μεσογειακό (Τριχάς 1996).

**Κατανομή:** Ευρώπη, βόρεια Αφρική (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου, εκβολή Πετρέ και Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 21

25. *Bembidion (Phyla) tethys* Netolitzky, 1926



**Μέγεθος:** 3,1-3,8 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Αλόφιλο και συναντάται σε υγροτόπους και βάλτους (Huber and Marggi 1997).

**Χωρότυπος:** Μεσογειακό.

**Κατανομή:** Νότια Ευρώπη, βόρεια Αφρική, Τουρκία (Löbl and Smetana 2003).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, εκβολή Αποσελέμη, υγρότοπος Φαλασάρνων και υποχική λίμνη ομαλού Χανίων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 14

26. *Bembidion (Talanes) subfasciatum* Chaudoir, 1850



**Μέγεθος:** 2,35-3,05 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Τα περισσότερα είδη του γένους προτιμούν ακτές ή αλίπεδα με μεγάλη αφθονία. Μερικά συναντώνται και σε καλλιέργειες (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Ανατολική Ευρώπη.

**Κατανομή:** Βουλγαρία, Τσεχία, Κροατία, Ελλάδα, Ιταλία, Μολδαβία, Ρουμανία, Ρωσία, Τουρκία και Ουκρανία (Löbl and Smetana 2003).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, εκβολή Αποσελέμη.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 18

27. *Bembidion (Testedium) laetum* Brullé, 1836



**Μέγεθος:** 4,2-4,5 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Τα περισσότερα είδη του γένους προτιμούν ακτές ή αλίπεδα με μεγάλη αφθονία. Μερικά συναντώνται και σε καλλιέργειες (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Ατλαντο-Μεσογειακό (Arndt et al. 2011).

**Κατανομή:** Μεσογειακό (Τριχάς 1996).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 2

28. *Ocys harpaloides* (Audinet-Serville, 1821)

**Μέγεθος:** 4,75 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο στα δείγματα και διμορφικό στη βιβλιογραφία (Homburg et al. 2014).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συνήθως κάτω από φλοιούς δέντρων ή κάτω από κούτσουρα ή μεταξύ βρύων ή σε μύκητες. Στην άνοιξη δραστηριοποιείται σχεδόν σε όλους τους τύπους οικοτόπων (Lindroth 1992, Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Ευρω-μεσογειακό (Τριχάς 1996).

**Κατανομή:** Σχεδόν σε όλη την Ευρώπη, βόρεια Αφρική και Συρία (Lindroth 1992, Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 1

29. *Polyderis brevicornis* (Chaudoir, 1846)

**Μέγεθος:** 1,8 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Ζούνε κοντά σε στάσιμα ή ρέοντα ύδατα (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Υπο-κοσμοπολίτικο.

**Κατανομή:** Εξαπλώνεται στη μεσογειακή λεκάνη, στην Αφρική και στην Αυστραλία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, υγρότοπος Φαλασάρνων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 3

30. *Tachys (Paratachys) bistriatus* (Duftschmid, 1812)

**Μέγεθος:** 2,0-2,2 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο στα δείγματα και διμορφικό στη βιβλιογραφία (Lindroth 1992).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Αποκλειστικά παραποτάμιο είδος. Ζει κυρίως κατά μήκος τρεχούμενων νερών και προτιμά λασπώδη εδάφη. Επίσης έχει αναφερθεί και από στάσιμα νερά (Lindroth 1992).

**Χωρότυπος:** Δυτικο-Παλαιαρκτικό (Lindroth 1992).

**Κατανομή:** Ευρώπη, βόρεια Αφρική, Κανάριες Νήσους, Καύκασος και Ασία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου, εκβολή Πετρέ, υγρότοπος Φαλασάρνων και Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 165

31. *Tachys (s.str.) atratus* A. Costa, 1883

**Μέγεθος:** 2,2-2,5 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Τα είδη του γένους αυτού συναντώνται συνήθως σε όχθες ποταμών ή λιμνών, σε έλη και αλίπεδα (Hurka 1996, Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Μεσογειακό.

**Κατανομή:** Δυτική Ευρώπη, βόρεια Αφρική, Μέση Ανατολή (Coulon 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, εκβολή Αποσελέμη.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 15

**Σχόλια:** Επιβεβαίωση παρουσίας του είδους για το νησί της Κρήτης μετά τον διαχωρισμό του από το είδος *T. centromaculatus*. Σύμφωνα με τους Löbl και Smetana (2003) τα 2 είδη ήταν συνώνυμα, ενώ το 2011 έγινε ο διαχωρισμός τους (Coulon 2011).

32. *Tachys* (s.str.) *scutellaris* Stephens, 1828

**Μέγεθος:** 2,5-2,7 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Τα είδη του γένους αυτού συναντώνται συνήθως σε όχθες ποταμών ή λιμνών, σε έλη και αλίπεδα (Hurka 1996, Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Αφροτροπικο-παλαιαρκτικό.

**Κατανομή:** Ευρώπη, Αφρική και Ασία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 15

33. *Tachyura* (*Sphaerotachys*) *hoemorroidalis* (Ponza, 1805)

**Μέγεθος:** 2,0-2,3 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται σε βαλτώδεις εκτάσεις και σε υγρές περιοχές (Hurka 1996).

**Χωρότυπος:** Υπο-κοσμοπολίτικο.

**Κατανομή:** Ευρώπη, Αφρική, Ασία και Αυστραλία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Εκβολή Πετρέ.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 3

### Tribe Pogonini Laporte, 1834

34. *Pogonus* (s.str.) *chalceus chalceus* (Marsham, 1802)

**Μέγεθος:** 6,0-7,8 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο στα δείγματα και διμορφικό στη βιβλιογραφία (Homburg et al. 2014).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Είναι αυστηρά αλόφιλο είδος και προτιμά αλίπεδα με *Salicornia* sp. και *Halimione* sp. (Desender 1989).

**Χωρότυπος:** Ευρωπαϊκό.

**Κατανομή:** Σε παράκτιες περιοχές της Ευρώπης και είναι άφθονο στις ευρωπαϊκές χώρες της Μεσογείου (Arndt et al. 2011)

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, εκβολή Αποσελέμη, υγρότοπος Φαλασάρνων, Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 73

35. *Sirdenus grayii* (Wollaston, 1862)

**Μέγεθος:** 5,0 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Σε αλυκές λίμνες, κρυπτικό ζώο, ποτέ σε μεγάλη αφθονία και η συλλογή τους θεωρείται θέμα τύχης (Matalin and Makarov 2008).

**Χωρότυπος:** Αφροτροπικό.

**Κατανομή:** Ιταλία, Ισπανία, Αλγερία, Αίγυπτος, Λιβύη, Μαρόκο, Τουρκία, Κύπρος, Τουρκμενιστάν, Ιράκ και Αφροτροπική ζώνη (Löbl and Smetana 2003).

**Περιοχές Μελέτης:** Μικτός Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 1

**Σχόλια:** Πρώτη αναφορά για το νησί της Κρήτης και γενικότερα για την Ελλάδα. Η παρουσία του γένους χρειαζόταν επιβεβαίωση παρουσίας στην Ελλάδα (Arndt et al. 2011).

## Tribe Trechini Bonelli, 1810

### 36. *Trechus* (s.str.) *crucifer* Piochard de la Br ulerie, 1876



www.eurocarabidae.de

**Μέγεθος:** 3,25 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο στα δείγματα και διμορφικό στη βιβλιογραφία (Homburg et al. 2014).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Μακρόπτερο, και συναντάται σε δάση και κοντά σε γλυκό νερό (Assmann et al. 2012).

**Χωρότυπος:** Ανατολικο-μεσογειακό (Τριχάς 1996).

**Κατανομή:** Από Βουλγαρία, στα ελληνικά νησιά, στην Τουρκία και έως το Λεβάντε (Austin et al. 2008).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 8

### 37. *Trechus* (s.str.) *quadristriatus* (Schrank, 1781)



www.eurocarabidae.de

**Μέγεθος:** 4,0-5,0 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο στα δείγματα και διμορφικό στη βιβλιογραφία (Lindroth 1992).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ευρυτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Σαρκοφάγο και ευρυτοπικό είδος με μεγάλη αφθονία στα ορεινά δάση, λιβάδια, καλλιέργειες και παράκτιες περιοχές (Assmann et al. 2012).

**Χωρότυπος:** Υπο-κοσμοπολίτικο.

**Κατανομή:** Ευρώπη, Αφρική, Συρία, δυτική Ασία και μέσω μεταφοράς στον Καναδά και τις βόρειες Η.Π.Α. (Austin et al. 2008).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, Εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου και Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 48

## Subfamily Harpalinae Bonelli, 1810

### Tribe Chlaeniini Brull e, 1834

### 38. *Chlaenius* (*Chlaeniellus*) *vestitus* (Paykull, 1790)



www.eurocarabidae.de

**Μέγεθος:** 9,5-11,5 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Σε μικρές λασπώδης λακκούβες, καθώς και σε μικρές εκτάσεις με νερό όπως εκβολές ποταμών και λίμνες (Lindroth 1992). Από πεδιάδες μέχρι και ορεινά, αλλά όχι σε αλπικούς οικοτόπους (Arndt et al. 2011)

**Χωρότυπος:** Παλαιαρκτικό (Lindroth 1992).

**Κατανομή:** Ευρώπη, Ρωσία, βόρεια Αφρική, Μικρά Ασία μέχρι κεντρική Ασία, Καύκασος, Ιράν και δυτική Σιβηρία (Lindroth 1992, Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, εκβολή Αποσελέμη, εκβολή Πετρέ και Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 54

### 39. *Chlaenius* (*Chlaenius*) *festivus festivus* Panzer, 1796



www.eurocarabidae.de

**Μέγεθος:** 14,6-16,5 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο στα δείγματα και διμορφικό στη βιβλιογραφία (Homburg et al. 2014).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Σε ασκίαστες όχθες υδάτων, σε βάλτους και υγροτόπους (Hurka 1996).

**Χωρότυπος:** Δυτικο-παλαιαρκτικό.



**Κατανομή:** Νοτιοανατολική, νότια και κεντρική Ευρώπη, Μικρά Ασία μέχρι τον Καύκασο και κεντρική Ασία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Υγρότοπος Φαλασάρνων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 24

40. *Chlaenius (Dinodes) decipiens* (L. Dufour, 1820)



**Μέγεθος:** 13,8 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται σε ανοικτές εκτάσεις και είναι ξηρόφιλο (Fattorini and Vigna-Taglianti 2002, Pilon et al. 2013).

**Χωρότυπος:** Ευρω-μεσογειακό.

**Κατανομή:** Μεσογειακή περιοχή μέχρι και τον Καύκασο (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 1

### Tribe Dryptini Bonelli, 1810

41. *Drypta* (s.str.) *dentata* (P. Rossi, 1790)



**Μέγεθος:** 7,4-8,0 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συχνά σε υγρό έδαφος και σε κοίτες δασών (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Αφροτροπικο-παλαιαρκτικό.

**Κατανομή:** Ευρώπη, Εγγύς Ανατολή και Αφρική (Arndt et al. 2011)

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 5

42. *Amblystomus metallescens* (Dejean, 1829)



**Μέγεθος:** 3,6 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Ζει σε ξηρό έως υγρό περιβάλλον, συχνά σε αλμυρές περιοχές (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Τουρράνο-ευρωμεσογειακό.

**Κατανομή:** Ευρώπη, μεσογειακή λεκάνη, Αφγανιστάν, Ιράκ, Κιργιστάν, Καζακστάν, Τουρκμενιστάν, Ουζμπεκιστάν (Löbl and Smetana 2003).

**Περιοχές Μελέτης:** Μικτό Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 6

### Tribe Harpalini Bonelli, 1810

43. *Anisodactylus (Hexatrichus) poeciloides poeciloides* (Stephens, 1828)



**Μέγεθος:** 11,9-12,5 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Αλόφιλο και ζει σε βαλτώδη λιβάδια, συνήθως θαμμένο ανάμεσα σε ρίζες αλόφυτων και ειδών των γενών *Salicornia* και *Juncus* (Lindroth 1992, Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Ευρω-μεσογειακό (Lindroth 1992).

**Κατανομή:** Από δυτική, ανατολική, κεντρική και νότια Ευρώπη στο μεγαλύτερο μέρος της βαλκανικής Χερσονήσου καθώς επίσης και βόρεια Αφρική (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, υγρότοπος Φαλασάρνων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 92



44. *Anisodactylus (Pseudodichirius) intermedius* Dejean, 1829



Μέγεθος: 12,5 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται σε υγρές περιοχές, βάλτους, έλη, λίμνες, ακτές, υγρά λιβάδια.

**Χωρότυπος:** Δυτικο-παλαιαρκτικό.

**Κατανομή:** Νότια και δυτική Ευρώπη, Μικρά Ασία, Ιράν και Τουρκμενιστάν (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Υγρότοπος Φαλασάρνων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 1

**Σχόλια:** Πρώτη αναφορά του είδους για το νησί της Κρήτης.

45. *Diachromus germanus* (Linnaeus, 1758)



Μέγεθος: 9,2 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Απαντάται σε μη σκιερές εκτάσεις και κυρίως σε υγρές περιοχές. Σε ακτές και αλμυρούς οικοτόπους (Hurka 1996).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-ευρωπαϊκό.

**Κατανομή:** Δυτική Μεσόγειος, Ευρώπη, βαλκανική χερσόνησος, Μικρά Ασία, Καύκασος, Μέση Ανατολή (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Υγρότοπος Φαλασάρνων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 1

46. *Carterus (s.str.) dama* (P. Rossi, 1792)



Μέγεθος: 7,4-7,6 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Φυτοφάγο, θερμόφιλο και ξηρόφιλο σε ανοικτούς οικοτόπους μέσα σε λαγούμια κάτω από πέτρες (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Μεσογειακό (Τριχάς 1996).

**Κατανομή:** Μεσογειακή περιοχή, βαλκανική Χερσόνησο, ανατολική Ευρώπη, νότια Ρωσία, Μικρά Ασία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Φρύγανα Ομαλού Βιάννου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 8

47. *Ditomus calydonius calydonius* (Rossi, 1790)



Μέγεθος: 15,8 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Φυτοφάγο, θερμόφιλο και ξηρόφιλο σε ανοικτούς οικοτόπους μέσα σε λαγούμια κάτω από πέτρες (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Μεσογειακό.

**Κατανομή:** Μεσογειακή περιοχή, βαλκανική Χερσόνησο, δυτική Μικρά Ασία (Arndt et al. 2011)

**Περιοχές Μελέτης:** Φρύγανα Αλμυρού Ποταμού, μικτό Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 18

48. *Dixus eremita* (Dejean, 1825)



Μέγεθος: 8,0-9,4 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συσχετίζεται με μετρίως υγρές ανοικτές περιοχές (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-ανατολική Ευρώπη.

**Κατανομή:** Από τη βαλκανική χερσόνησο, τον Καύκασο, την νότια Ρωσία μέχρι την Μικρά Ασία, την Κύπρο, το Ιράν, το Ιράκ, την κεντρική Ασία και την ινδική Καύκασο (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 1

49. *Tschitscherinellus cordatus minos* Schaubeger, 1934



**Μέγεθος:** 17,4 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Απαντάται κάτω από πέτρες και σε ρωγμές του εδάφους (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Ενδημικό υποείδος Κρήτης.

**Κατανομή:** Κρήτη.

**Περιοχές Μελέτης:** Εκβολή Πετρέ.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 1

50. *Acinopus (s.str.) picipes* (Olivier, 1795)



**Μέγεθος:** 12,7-13,8 mm

**Φτερά:** Βραχύπτερο στα δείγματα και μακρόπτερο στη βιβλιογραφία (Homburg et al. 2014).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Ζει σε ανοικτές εκτάσεις κάτω από πέτρες ή λαγούμια και συχνά ελκύεται από το φως (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-ευρωπαϊκό.

**Κατανομή:** Δυτική Ευρώπη μέχρι την εγγύς Ανατολή και το Ιράν (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Μικτό Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 1

51. *Harpalus (Cryptophonus) tenebrosus* Dejean, 1829



**Μέγεθος:** 10,5-10,8 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Τα περισσότερα είδη *Harpalus* είναι θερμοφιλά και ξηρόφιλα, ζουν σε ανοικτούς οικοτόπους, κάποια σε δάση και άλλα είναι αλόφιλα (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Παλαιαρκτικό.

**Κατανομή:** Από τις Κανάριες Νήσους, βόρεια Αφρική, δυτική, κεντρική και νότια Ευρώπη, Μικρά Ασία, Μέση Ανατολή στη κεντρική Ασία και στο Πακιστάν (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 9

52. *Harpalus (s.str.) attenuatus* Stephens, 1828

**Μέγεθος:** 9,2-9,4 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ευρυτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται από παράκτιες περιοχές μέχρι λόφους και μεγαλύτερους ορεινούς όγκους (Gutierrez and Menéndez 1997, Arndt et al. 2011)

**Χωρότυπος:** Ευρω-μεσογειακό (Τριχάς 1996).

**Κατανομή:** Τα νησιά της Μαδέρας, τη βόρεια Αφρική, το μεγαλύτερο τμήμα



της δυτικής, κεντρικής, νότιας & νοτιοανατολικής Ευρώπης, τη Μικρά Ασία, έως και τη Μέση Ανατολή μέχρι το νοτιοδυτικό Τουρκμενιστάν (Arndt et al. 2011)

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός και εκβολή Αποσελέμη.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 39

53. *Harpalus (s.str.) distinguendus distinguendus* (Duftschmid, 1812)



**Μέγεθος:** 8,3-9,4 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Ξηρόφιλο και καταλαμβάνει εκτάσεις εκτεθειμένες στον ήλιο. Προτιμά λασπώδη-αμμώδη χαλίκια με αραιή και χαμηλή βλάστηση (Lindroth 1992). Επίσης, συναντάται από πεδιάδες μέχρι και τις υποαλπικές ζώνες (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Παλαιαρκτικό (Lindroth 1992).

**Κατανομή:** Ευρώπη, Αζόρες, Κανάριες Νήσοι, νησιά Μαδέρας, βόρεια Αφρική, Ευρώπη, Μικρά Ασία, Ιράν, Αφγανιστάν, κεντρική Ασία έως την δυτική Σιβηρία, δυτική Μογγολία, Απω Ανατολή και βόρειο-δυτική Κίνα (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 39

54. *Harpalus (Pseudoorphonus) rufipes* (De Geer, 1774)



**Μέγεθος:** 13,5-15,4 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ευρυτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται σε ξέφωτα, σε καλλιέργειες και χέρσα εδάφη, από τα πεδινά μέχρι τα ορεινά (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Παλαιαρκτικό.

**Κατανομή:** Αζόρες, Ευρώπη και βόρεια Αφρική έως τη δυτική Κίνα (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 3

55. *Orphonus (Hesperorphonus) subquadratus* (Dejean, 1829)



**Μέγεθος:** 8,6 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Τα είδη του γένους *Orphonus* είναι, κατά κανόνα, θερμόφιλα και ξηρόφιλα. Συναντώνται κυρίως σε περιοχές με χαμηλή και αραιή βλάστηση (Arndt et al. 2011). Το *Orphonus subquadratus* είναι άφθονο σε εγκαταλειμμένες καλλιέργειες, ενώ συναντάται σπανιότερα σε βοσκοτόπους (Pizzolotto et al. 2005).

**Χωρότυπος:** Μεσογειακό.

**Κατανομή:** Από τη βορειοδυτική Αφρική, τη δυτική & νότια Ευρώπη, το νότιο τμήμα της κεντρικής Ευρώπης, τα Βαλκάνια, τη Μικρά Ασία, την περιοχή του Καυκάσου μέχρι και το Τουρκμενιστάν (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός και εκβολή Αποσελέμη.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 2

56. *Orphonus (Metorphonus) puncticeps* Stephens, 1828



**Μέγεθος:** 8,7-9,8 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Ζει σε λασπώδη εδάφη με αραιή ψηλή βλάστηση και συναντάται συνήθως σε περιοχές χαμηλής έως μέτριας υγρασίας, καθώς και σε επιβαρυνμένες αστικές περιοχές (Lindroth 1992, Hurka 1996).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-ευρωμεσογειακό.

**Κατανομή:** από την Ευρώπη, τη Μικρά Ασία, το Μαρόκο, την περιοχή του Καυκάσου, την Εγγύς Ανατολή, το Ιράν και το Τουρκμενιστάν (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 2

**Σχόλια:** Πρώτη αναφορά του είδους για το νησί της Κρήτης.

57. *Ophonus (Metoponus) puncticollis* (Paykull, 1792)



**Μέγεθος:** 7,3 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο στα δείγματα και διμορφικό στη βιβλιογραφία (Homburg et al. 2014).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Τα είδη του γένους *Ophonus* είναι, κατά κανόνα, θερμόφιλα και ξηρόφιλα. Συναντώνται κυρίως σε περιοχές με χαμηλή και αραιή βλάστηση (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Παλαιαρκτικό.

**Κατανομή:** Ευρώπη, Μικρά Ασία, Καύκασο, κεντρική Ασία και δυτική Σιβηρία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 1

**Σχόλια:** Πρόκειται για την πρώτη αναφορά του είδους για το νησί της Κρήτης.

58. *Paroponus (Ophonominus) hirsutulus* (Dejean, 1829)



**Μέγεθος:** 8,8-9,3 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Υγρόφιλο και συναντάται σε ανοικτές περιοχές (Pilon et al. 2013).

**Χωρότυπος:** Μεσογειακό.

**Κατανομή:** Από την ιβηρική χερσόνησο, την δυτική βόρειο Αφρική, την νότια Ευρώπη και την βαλκανική χερσόνησο μέχρι την Μικρά Ασία, την Εγγύς και

Μέση Ανατολή και την κεντρική Ασία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Εκβολή Πετρέ

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 39

**Σχόλια:** Πρώτη αναφορά του είδους για το νησί της Κρήτης (39).

59. *Paroponus (s.str.) maculicornis* (Duftschmid, 1812)



**Μέγεθος:** 5,7-6,5 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Ξηρόφιλο και συναντάται σε ανοικτές περιοχές (Pilon et al. 2013).

**Χωρότυπος:** Νότια Ευρώπη.

**Κατανομή:** Από Εγγύς Ανατολή, Μικρά Ασία, Καύκασο, βαλκανική Χερσόνησο, νότια και κεντρική Ευρώπη στη νότια ιβηρική Χερσόνησο (Arndt

et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Υγρότοπος Ομαλού Χανίων (3).

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 3

60. *Acupalpus (s.str.) elegans* (Dejean, 1829)



**Μέγεθος:** 4,0-4,4 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Αυστηρά αλόφιλο είδος (Hurka 1996, Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-ευρωμεσογειακό.



**Κατανομή:** Από τη δυτική Σιβηρία, την κεντρική Ασία, την Υπερκαυκασία, τη Μέση Ανατολή, την Ανατολία και την Ευρώπη (εκτός από τη βόρεια), έως τη βορειοδυτική Αφρική και τις Κανάριες Νήσους (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, υγρότοπος Φαλασάρνων, Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.  
**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 51

61. *Acupalpus* (s.str.) *luteatus* (Duftschmid, 1812)



www.eurocarabidae.de

**Μέγεθος:** 2,75 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Σε υγρά, σκιερά ενδιαιτήματα, βάλτους, ακτές νερού, λίμνες και ποτάμια (Hurka 1996).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-ευρωμεσογειακό.

**Κατανομή:** Από τη βορειοδυτική Αφρική μέχρι τη νοτιοκεντρική Ευρώπη, την Ανατολία, την Υπερκαυκασία, το Ιράν και τη κεντρική Ασία (Arndt et al.

2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 1

62. *Anthracus quarnerensis* (Reitter, 1884)



**Μέγεθος:** 3,75 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Υγρόφιλο και ζει κοντά σε όχθες στάσιμων νερών (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Νότια Ευρώπη.

**Κατανομή:** Από τη Μέση Ανατολή σε όλη την Ανατολή, Κύπρο, βαλκανική Χερσόνησο, Ιταλία μέχρι τη Γαλλία και τις Βαlearίδες Νήσους (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, υγρότοπος Φαλασάρνων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 2

63. *Bradycellus* (s.str.) *distinctus* (Dejean, 1829)



www.eurocarabidae.de

**Μέγεθος:** 4,5-5,5 mm

**Φτερά:** Βραχύπτερο στα δείγματα και διμορφικό στη βιβλιογραφία (Arndt et al. 2011).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Σε υγρές και αμμώδεις περιοχές (Austin et al. 2008).

**Χωρότυπος:** Ευρω-μεσογειακό.

**Κατανομή:** Από τις Αζόρες και το Μαρόκο κατά μήκος των ατλαντικών ακτών μέχρι τη Μεγάλη Βρετανία, την βορειοδυτική Ιρλανδία και τη βορειοανατολική Γερμανία. Στη Μεσόγειο κατά μήκος της Νότιας ακτής από το Μαρόκο μέχρι τη Τυνησία και κατά μήκος της βόρειας ακτής από την Ισπανία μέχρι το Ισραήλ (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 6

64. *Dicheirotrichus* (s.str.) *lacustris* (L. Redtenbacher, 1858)



**Μέγεθος:** 7,0-7,5 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Αυστηρά αλόφιλο και συναντάται σε λίμνες, βάλτους και θαλάσσιες ακτές (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Ανατολική Ευρώπη.

**Κατανομή:** Από Τουρκμενιστάν, Υπερκαυκασία μέχρι την Ανατολία, νότια Ρωσία, Μολδαβία, βαλκανική Χερσόνησο, Ουγγαρία, Αυστρία και βόρεια

Ιταλία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 4

**Σχόλια:** Αυτή η πρώτη αναφορά του είδους για το νησί της Κρήτης.

65. *Dicheirotrichus (s.str.) obsoletus* Dejean, 1829



**Μέγεθος:** 7,3-8,4 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Αυστηρά αλόφιλο και συναντάται σε λίμνες, βάλτους και θαλάσσιες ακτές (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Ευρω-Μεσογειακό.

**Κατανομή:** Στη λεκάνη της Μεσογείου εξαπλώνεται από τις ακτές του Μαρόκου και της Τυνησίας, κατά μήκος των ακτών της ιβηρικής Χερσονήσου, έως και τις ακτές του Ισραήλ και της Αιγύπτου (συμπεριλαμβανομένης της Μάλτας και της Κύπρου). Δυτικά, εξαπλώνεται κατά μήκος των ατλαντικών ακτών της Μ. Βρετανίας, της Ολλανδίας μέχρι και της βορειοδυτικής Αφρικής, και στις Κανάριες Νήσους. Έχει αναφερθεί από μεμονωμένα αλίπεδα στην ενδοχώρα της Γερμανίας, όπως επίσης και από τις ακτές της Μαύρης θάλασσας στη Βουλγαρία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός και εκβολή Αποσελέμη.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 10

**Σχόλια:** Με την παρούσα έρευνα επιβεβαιώθηκε η παρουσία του είδους στο νησί, η οποία, σύμφωνα με τους Arndt et al. (2011) τελούσε υπό αμφισβήτηση.

66. *Stenolophus (Egadroma) marginatus* Dejean, 1829



**Μέγεθος:** 5,5-5,9 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Υγρόφιλο και απαντάται σε λίμνες, ποτάμια, βάλτους, υγρά λιβάδια και εκβολές ποταμών (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-μεσογειακό

**Κατανομή:** Βόρεια Αφρική, Μεσόγειος, Μέση Ανατολή, Υπερκαυκασία, κεντρική Ασία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Υγρότοπος Φαλασάρνων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 2

67. *Stenolophus (s.str.) abdominalis persicus* Mannerheim, 1844



**Μέγεθος:** 6,4-7,0 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Υγρόφιλο και απαντάται σε λίμνες, ποτάμια, βάλτους, υγρά λιβάδια και εκβολές ποταμών (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-μεσογειακό.

**Κατανομή:** Ισπανία, Κορσική, Σαρδηνία, βόρεια Αφρική, νότια Γαλλία και ανατολική Μεσόγειο (Τριχάς 1996).

**Περιοχές Μελέτης:** Υγρότοπος Φαλασάρνων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 3

68. *Stenolophus (s.str.) teutonius* (Schrank, 1781)



**Μέγεθος:** 7,0 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Υγρόφιλο και απαντάται σε λίμνες, ποτάμια, βάλτους, υγρά λιβάδια και εκβολές ποταμών (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-ευρωμεσογειακό.



**Κατανομή:** Ευρώπη, Αζόρες, Κανάριες Νήσοι και Μαδέρα (Lindroth 1992).

**Περιοχές Μελέτης:** Εκβολή Πετρέ, υγρότοπος Φαλασάρνων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 16

### Tribe Lebiini Bonelli, 1810

69. *Platytarus faminii* (Dejean, 1826)



www.eurocarabidae.de

**Μέγεθος:** 7,5-8,0 mm

**Φτερά:** Διμορφικό στα δείγματα και βραχύπτερο στη βιβλιογραφία (Homburg et al. 2014).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται σε υγρό πληλώδες έδαφος και κοντά σε νερό (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Αφροτροπικό-Τουρράνο-μεσογειακό.

**Κατανομή:** Νότια Ευρώπη, Αφρική, νοτιοδυτική Ασία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, εκβολή Αποσελέμη, υγρότοπος Φαλασάρνων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 13

70. *Cymindis* (s.str.) *axillaris axillaris* (Fabricius, 1794)



www.eurocarabidae.de

**Μέγεθος:** 9,1-10,4 mm

**Φτερά:** Βραχύπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Ξηρόφιλο και ζει σε ανοικτές ασκίαστες περιοχές. Στην Ελλάδα ζει σε βουνίσιες περιοχές (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Ευρω-μεσογειακό (Τριχάς 1996).

**Κατανομή:** Ευρώπη, Μικρά Ασία, βόρειος Αφρική (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Φρύγανα Ομαλού Βιάννου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 18

71. *Cymindis* (s.str.) *lineata* (Quensel, 1806)



www.eurocarabidae.de

**Μέγεθος:** 7,9-8,1 mm

**Φτερά:** Βραχύπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Ξηρόφιλο και συναντάται σε ανοικτές ασκίαστες περιοχές, είτε πεδινές ή βουνίσιες (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Ανατολικο-μεσογειακό.

**Κατανομή:** Νοτιοανατολική Ευρώπη, νοτιοδυτική Ασία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Φρύγανα Ομαλού Βιάννου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 18

72. *Cymindis* (s.str.) *ornata* Fischer von Waldheim, 1823



**Μέγεθος:** 6,2-7,0 mm

**Φτερά:** Βραχύπτερο στα δείγματα και μακρόπτερο στη βιβλιογραφία (Homburg et al. 2014).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Τα είδη του γένους ζουν σε ανοικτές ασκίαστες περιοχές και είναι ξηρόφιλα (Arndt et al. 2011). Το είδος αυτό έχει βρεθεί και σε υγροτόπους.

**Χωρότυπος:** Βαλκανικό.

**Κατανομή:** Βουλγαρία, Ελλάδα, Ουκρανία, Τουρκία (Löbl and Smetana 2003).

**Περιοχές Μελέτης:** Εκβολή Αποσελέμη, εκβολή Πετρέ.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 3

**Σχόλια:** Πρώτη αναφορά του είδους για το νησί της Κρήτης.

73. *Microlestes corticalis* (L. Dufour, 1820)

www.eurocarabidae.de

**Μέγεθος:** 2,7-3,0 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται σε ανοικτές περιοχές (Fattorini and Vigna-Taglianti 2002), καθώς επίσης σε οριακή βλάστηση και σε λάσπες (Austin et al. 2008).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-μεσογειακό.

**Κατανομή:** Ευρώπη, βόρειος Αφρική, Ασία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, εκβολή Αποσελέμη, εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου, υγρότοπος Φαλασάρνων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 24

74. *Microlestes luctuosus luctuosus* Holdhaus, 1904

**Μέγεθος:** 2,5-2,8 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο στα δείγματα και διμορφικό στη βιβλιογραφία (Homburg et al. 2014).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται σε ανοικτές περιοχές, καθώς επίσης και σε υγροτόπους (Austin et al. 2008).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-μεσογειακό.

**Κατανομή:** Νότια Ευρώπη και νοτιοδυτική Ασία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 5

75. *Microlestes maurus* (Sturm, 1827)

www.eurocarabidae.de

**Μέγεθος:** 2,8 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο στα δείγματα και διμορφικό στη βιβλιογραφία (Hurka 1996).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Απαντάται σε ξηρούς ανοικτούς οικοτόπους (Hurka 1996).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-ευρωπαϊκό.

**Κατανομή:** Ευρώπη, Μικρά Ασία, νοτιοδυτική Ασία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Φρύγανα Αλμυρού Ποταμού.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 2

76. *Microlestes negrita* (Wollaston, 1854)

**Μέγεθος:** 2,7 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο στα δείγματα και διμορφικό στη βιβλιογραφία (Homburg et al. 2014).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Έχει βρεθεί σε αρκετούς υγροτόπους (Ortiz et al. 1988).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-μεσογειακό.

**Κατανομή:** Νότια Ευρώπη, βόρεια Αφρική, Μικρά Ασία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Εκβολή Αποσελέμη, εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου, εποχική λίμνη Ομαλού Χανίων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 6

77. *Paradromius (Manodromius) linearis linearis* (Olivier, 1795)

www.eurocarabidae.de

**Μέγεθος:** 4,7 mm

**Φτερά:** Βραχύπτερο στα δείγματα και διμορφικό στη βιβλιογραφία (Homburg et al. 2014).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ευρυτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται σε ένα φάσμα βιοτόπων, αλλά συνήθως κοντά σε νερό (Hurka 1996).

**Χωρότυπος:** Ευρω-μεσογειακό (Τριχάς 1996).

**Κατανομή:** Ευρώπη, βόρεια Αφρική και δυτική Ασία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 2

78. *Philorhizus crucifer crucifer* (Lucas, 1846)



**Μέγεθος:** 3,5 mm

**Φτερά:** Διμορφικό.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Απαντάται σε ανοικτές ασκιάστες και ξηρές εκτάσεις (Hurka 1996).

**Χωρότυπος:** Ευρω-μεσογειακό.

**Κατανομή:** Από τη δυτική Μεσογειακή περιοχή, την Μικρά Ασία, τη Μέση Ανατολή μέχρι την κεντρική Ασία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Μικτό Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 1

79. *Syntomus impressus impressus* (Dejean, 1825)



**Μέγεθος:** 3,3-3,5 mm

**Φτερά:** Βραχύπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ευρυτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Κυρίως μπορεί να βρεθεί γύρω από περιοχές με νερό και καλλιεργήσιμες εκτάσεις (Austin et al. 2008).

**Χωρότυπος:** Ευρω-μεσογειακό.

**Κατανομή:** Ευρώπη, βόρεια Αφρική, Τουρκία, Κύπρος (Löbl and Smetana 2003).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 3

80. *Syntomus obscuroguttatus* (Duftschmid, 1812)



**Μέγεθος:** 3,3-3,6 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ευρυτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται σε δάση, υγροτόπους και βαλτώδεις οικοτόπους (Hurka 1996).

**Χωρότυπος:** Ινδο-ευρωμεσογειακό.

**Κατανομή:** Ευρώπη, βόρεια Αφρική, Τουρκία, Τουρκμενιστάν, Καζακστάν και Ινδία (Löbl and Smetana 2003).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, υγρότοπος Φαλασάρνων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 3

### Tribe Licinini Bonelli, 1810

81. *Licinus* (s.str.) *aegyptiacus* Dejean, 1826



**Μέγεθος:** 13,4-14,0 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο στα δείγματα και βραχύπτερο στη βιβλιογραφία (Homburg et al. 2014).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Σε ένα εύρος ενδιαιτημάτων, συμπεριλαμβανομένων των παράκτιων περιοχών, αλμυρές λίμνες, υφάλμυροι οικοτόποι και κοιλάδες ποταμών (Austin et al. 2008).

**Χωρότυπος:** Ανατολικο-μεσογειακό (Τριχάς 1996).

**Κατανομή:** Ελλάδα, Κύπρος, Τουρκία, Αίγυπτος και Εγγύς Ανατολή (Arndt et

al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Εκβολή Αποσελέμη.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 9

### Tribe Platynini Bonelli, 1810

#### 82. *Agonum* (s.str.) *marginatum* (Linnaeus, 1758)



**Μέγεθος:** 9,6-10,3 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Σε στάσιμα ή τρεχούμενα νερά ή παραθαλάσσια. Πάντα σε επίπεδα λασπώδη ή λασπώδη-αμμώδη εδάφη εκτεθειμένα στον ήλιο (Lindroth 1992, Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Δυτικο-παλαιαρκτικό (Lindroth 1992).

**Κατανομή:** Ευρώπη, βόρεια Αφρική, Καύκασος, Εγγύς Ανατολή και δυτικό Τουρκεστάν (Lindroth 1992).

**Περιοχές Μελέτης:** Εκβολή Πετρέ, υγρότοπος Φαλασάρνων, Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου, εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου, εποχική λίμνη Ομαλού Χανίων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 51

#### 83. *Agonum* (*Europhilus*) *thoreyi* Dejean, 1828



**Μέγεθος:** 7,4 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Σε εκτεθειμένα στάσιμα ευτροφικά νερά, σε μεγάλες λίμνες, καθώς επίσης και σε πολύ μικρές λιμνούλες και ως εκ τούτου σε λασπώδη εδάφη. Κυρίως προτιμά τις πολύ υγρές λάσπες με πλούσια και ψηλή βλάστηση όπως τα καλάμια (*Phragmites* sp.) (Lindroth 1992).

**Χωρότυπος:** Ολαρκτικό.

**Κατανομή:** Ευρώπη, Μικρά Ασία, Καύκασος, Σιβηρία και βόρεια Μογγολία (Lindroth 1992).

**Περιοχές Μελέτης:** Εκβολή Πετρέ.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 1

**Σχόλια:** Αυτή είναι η πρώτη αναφορά του είδους στο νησί της Κρήτης.

#### 84. *Agonum* (s.str.) *nigrum* Dejean, 1828



**Μέγεθος:** 8,0-8,5 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Θερμόφιλο, ολιγο-αλοβιοτικό και συναντάται σε υφάλμυρα νερά, σε καλαμιώνες και υγροτόπους (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-ευρωμεσογειακό.

**Κατανομή:** Μεσόγειο, δυτική Ευρώπη, βόρεια Αφρική και Παλαιστίνη (Τριχάς 1996).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, εκβολή Πετρέ, Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 28

#### 85. *Agonum* (*Olisares*) *permoestum* Puel, 1938



**Μέγεθος:** 8,6-9,5 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Θερμόφιλο και συναντάται σε καλαμιώνες, υγροτόπους, καθώς επίσης και σε περιοχές με νερό (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Νότια Ευρώπη.

**Κατανομή:** Σε χώρες της νότιας Ευρώπης (Löbl and Smetana 2003).



**Περιοχές Μελέτης:** Υγρότοπος Φαλασάρνων.  
**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 486

86. *Agonum (Olisares) viridicupreum* (Goeze, 1777)



**Μέγεθος:** 7,6-8,0 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Εύκρατο, oligo-αλοανεκτικό και συναντάται σε ανοικτούς υγροτόπους ή/και σε ασκίαστες ακτές υδάτων με βλάστηση, βάλτους (Drees et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-ευρωπαϊκό.

**Κατανομή:** Ευρώπη, Ιράκ, Τουρκία, δυτική Σιβηρία (Löbl and Smetana 2003).

**Περιοχές Μελέτης:** Εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 1063

**Σχόλια:** Πρώτη αναφορά του είδους στο νησί της Κρήτης.

87. *Olisthopus fuscatus* Dejean, 1828



**Μέγεθος:** 5,2-5,4 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Θερμόφιλο, μεσόφιλο ή υγρόφιλο ζώο ανοικτών περιοχών και συνήθως βρίσκεται κοντά σε νερό (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Μεσογειακό (Τριχάς 1996)

**Κατανομή:** Νότια Ευρώπη, Μαρόκο, Τунησία, Συρία, Κύπρος, Τουρκία (Löbl and Smetana 2003).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, εκβολή Αποσελέμη, Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 9

### Tribe Pterostichini Bonelli, 1810

88. *Poecilus (s.str.) cupreus cupreus* (Linnaeus, 1758)



**Μέγεθος:** 11,8-13,8 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Παμφάγο και προτιμά ενδιάμεσα υγρά λιβάδια και εδάφη. Όχι πολύ ευρυτοπικό, αφού απαιτεί λίγη υγρασία (Lindroth 1992).

**Χωρότυπος:** Ασιατικο-ευρωπαϊκό.

**Κατανομή:** Από την Ευρώπη μέχρι και τον Καύκασο, το Τουρκεστάν, τη Συρία, τη δυτική Σιβηρία και τη Μικρά Ασία (Τριχάς 1996).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, υγρότοπος Φαλασάρνων, εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 486

89. *Tarinopterus (s.l.) creticus creticus* (I. Frivaldszky von Frivald, 1845)



**Μέγεθος:** 18,0-18,2 mm

**Φτερά:** Βραχύπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Τα είδη του γένους ζούνε κάτω από πέτρες και μέσα σε λαγούμια οποιουδήποτε περιβάλλοντος (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Κρητικό ενδημικό είδος (Arndt et al. 2011).

**Κατανομή:** Κρήτη (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Εκβολή Πετρέ και εποχική λίμνη Ομαλού Χανίων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 4

90. *Tarinopterus* (s.l.) *marani marani* V. & B. Guéorguiev, 1999**Μέγεθος:** 16,8-17,4 mm**Φτερά:** Βραχύπτερο.**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.**Γενικές Πληροφορίες:** Τα είδη του γένους ζούν κάτω από πέτρες και μέσα σε λαγούμια οποιουδήποτε περιβάλλοντος (Arndt et al. 2011).**Χωρότυπος:** Κρητικό ενδημικό υποείδος (Arndt et al. 2011).**Κατανομή:** Κρήτη.**Περιοχές Μελέτης:** Φρύγανα Ομαλού Βιάννου.**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 291. *Tarinopterus* (s.l.) *stepaneki stepaneki* Mařan 1934**Μέγεθος:** 13,6 mm**Φτερά:** Βραχύπτερο.**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.**Γενικές Πληροφορίες:** Τα είδη του γένους ζούνε κάτω από πέτρες και μέσα σε λαγούμια οποιουδήποτε περιβάλλοντος (Arndt et al. 2011).**Χωρότυπος:** Κρητικό ενδημικό είδος (Arndt et al. 2011).**Κατανομή:** Κρήτη.**Περιοχές Μελέτης:** Φρύγανα Ομαλού Βιάννου.**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 1**Tribe Sphodrini Laporte, 1834**92. *Platyderus* (s.str.) *jedlickai* Mařan, 1935**Μέγεθος:** 6,7-7,0 mm**Φτερά:** Βραχύπτερο.**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ευρυτοπικό.**Γενικές Πληροφορίες:** Τα είδη του γένους συναντώνται σε μακία και δάση (Arndt et al. 2011).**Χωρότυπος:** Ενδημικό Κρήτης.**Κατανομή:** Κρήτη.**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, εκβολή Αποσελέμη, εκβολή Πετρέ, υγρότοπος Φαλασάρνων.**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 593. *Calathus* (*Bedelinus*) *circumseptus* Germar, 1824**Μέγεθος:** 12,0-12,8 mm**Φτερά:** Μακρόπτερο.**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.**Γενικές Πληροφορίες:** Τα είδη του γένους ζούνε σε ξηρά περιβάλλοντα, δάση ή βουνά και μπορούν να πιαστούν με μεγάλη αφθονία (Arndt et al. 2011).**Χωρότυπος:** Δυτική Μεσόγειος.**Κατανομή:** Αλβανία, Κροατία, Γαλλία, Ελλάδα, Ιταλία, Πορτογαλία, Ισπανία, Αλγερία και Μαρόκο (Löbl and Smetana 2003).**Περιοχές Μελέτης:** Εκβολή Πετρέ, εκβολή Αποσελέμη.**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 494. *Calathus* (s.str.) *fuscipes graecus* Dejean, 1831**Μέγεθος:** 13,0-14,0 mm**Φτερά:** Βραχύπτερο στα δείγματα και διμορφικό στη βιβλιογραφία (Homburg et al. 2014).**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ευρυτοπικό.**Γενικές Πληροφορίες:** Τα είδη του γένους ζούνε σε ξηρά περιβάλλοντα, δάση ή βουνά και μπορούν να πιαστούν με μεγάλη αφθονία (Arndt et al. 2011).



**Χωρότυπος:** Νότια Ευρώπη.

**Κατανομή:** Αλβανία, Βουλγαρία, Γαλλία, Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία, Τουρκία, Ουκρανία (Löbl and Smetana 2003).

**Περιοχές Μελέτης:** Εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου, εποχική λίμνη Ομαλού Χανίων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 45

95. *Calathus (Neocalathus) cinctus* Motschulsky, 1865



**Μέγεθος:** 8,6-8,9 mm

**Φτερά:** Βραχύπτερο στα δείγματα και διμορφικό στη βιβλιογραφία (Homburg et al. 2014).

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ευρυτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Ευρυτοπικό είδος που προτιμά ξηρές και ζεστές περιοχές (Hurka 1996).

**Χωρότυπος:** Ευρωπαϊκό.

**Κατανομή:** Σε πολλές χώρες της Ευρώπης και την Τουρκία (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 2

**Σχόλια:** Πρώτη αναφορά στο νησί της Κρήτης.

96. *Calathus (Neocalathus) mollis mollis* (Marsham, 1802)



**Μέγεθος:** 7,5-8,5 mm

**Φτερά:** Διμορφικό.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Πολύ ξηρόφιλο και προτιμά αμμώδη εδάφη και άρα ακτές παραλιών. Συναντάται επίσης σε ξηρά λιβάδια (Lindroth 1992).

**Χωρότυπος:** Δυτικο-παλαιαρκτικό (Lindroth 1992).

**Κατανομή:** Τυπικό ευρωπαϊκό είδος με ευρύτερη μεσογειακή εξάπλωση και σε περιοχές της Τουρκίας και της βόρειας Αφρικής (Trautner and Geigenmüller 1987, Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός, εκβολή Αποσελέμη, υγρότοπος Φαλασάρνων, Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 72

97. *Laemostenus (s.str.) complanatus* (Dejean, 1828)



**Μέγεθος:** 14,5-15,0 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Πολλά είδη του γένους ζουν υπόγεια ή σε σπηλιές (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Κοσμοπολίτικο.

**Κατανομή:** Νότια Ευρώπη, βόρεια Αφρική, δυτική Ασία και Αμερική (Löbl and Smetana 2003).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 7

### Tribe Zabринi Bonelli, 1810

98. *Amara (s.str.) aenea* (DeGeer, 1774)



**Μέγεθος:** 6,9-8,3 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ευρυτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Παμφάγο και ευρυτοπικό είδος. Σαφώς ξηρόφιλο και ηλιόφιλο είδος και συναντάται κυρίως σε διαπλάσεις χωρίς δασοκάλυψη, σε

αγρούς, σε στέπες από πεδινές μέχρι και ψηλότερου υψομέτρου περιοχές (Hurka 1996).

**Χωρότυπος:** Κοσμοπολίτικο.

**Κατανομή:** Ευρώπη, Εγγύς Ανατολή, βόρεια Αφρική, Καύκασος, Τουρκμενιστάν, Αφγανιστάν, Ιμαλαία, δυτική Σιβηρία, Κίνα, Αφροτροπική περιοχή και Νεαρκτική περιοχή (Löbl and Smetana 2003).

**Περιοχές Μελέτης:** Υγρότοπος Φαλασάρνων, εποχική λίμνη Ομαλού Χανίων, εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 23

99. *Amara (s.str.) eurynota* (Panzer, 1796)



www.eurocarabidae.de

**Μέγεθος:** 10,0-11,5 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ευρυτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Σπερματοφάγο και συναντάται σε ανοικτές εκτεθειμένες εκτάσεις, κυρίως σε καλλιεργήσιμα εδάφη. Προτιμά ενδιάμεσα ξερό, μικτό χαλικώδη έδαφος (Lindroth 1992). Κοινό κοντά σε ποταμούς και υγρές περιοχές, σε χαμηλού και ψηλού υψομέτρου (Austin et al. 2008).

**Χωρότυπος:** Υποκοσμοπολίτικο.

**Κατανομή:** Ευρώπη, βόρεια Αφρική, Μικρά Ασία, Καύκασος και δυτική Σιβηρία, Νεαρκτική περιοχή και Κίνα (Löbl and Smetana 2003).

**Περιοχές Μελέτης:** Εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 1

100. *Amara (Bradytus) apricaria* (Paykull, 1790)



www.eurocarabidae.de

**Μέγεθος:** 7,5 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ευρυτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Ευρυτοπικό είδος με προτίμηση τα αμμώδη και αργιλώδη εδάφη (Lindroth 1992). Συναντάται σε αφθονία σε ξέφωτα και αγρούς πεδινών και ορεινών περιοχών (Hurka 1996)

**Χωρότυπος:** Παλαιαρκτικό (Lindroth 1992).

**Κατανομή:** Ευρώπη, Εγγύς Ανατολή, Καύκασος, Τουρκμενιστάν, δυτικό Τουρκεστάν, Σιβηρία, βόρεια Μογγολία και βόρεια Αμερική (Lindroth 1992).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 1

**Σχόλια:** Πρώτη αναφορά του είδους στην Κρήτη.

101. *Amara (Zezea) tricuspidata* Dejean, 1831



www.eurocarabidae.de

**Μέγεθος:** 7,6-8,5 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ευρυτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται κυρίως σε ξηρές διαπλάσεις χωρίς δασοκάλυψη, στέπες και αγρούς (Hurka 1996)

**Χωρότυπος:** Παλαιαρκτικό.

**Κατανομή:** Είδος της δυτικής Παλαιαρκτικής, που φτάνει στα ανατολικά έως την Κεντρική Ασία (Hurka 1996).

**Περιοχές Μελέτης:** Υγρότοπος Φαλασάρνων.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 52

102. *Zabrus (Pelor) graecus convexus* Zimmermann, 1831



**Μέγεθος:** 11,3 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:**

**Χωρότυπος:** Μεσογειακό.

**Κατανομή:** Ελλάδα, Κύπρος (Löbl and Smetana 2003).

**Περιοχές Μελέτης:** Μικτό Ξερόκαμπου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 1

103. *Zabrus (Pelor) oertzeni* Reitter, 1885



**Μέγεθος:** 13 mm

**Φτερά:** Βραχύπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Τα περισσότερα είδη του γένους συναντώνται σε ξηρά λιβάδια, ξέφωτα και φρύγανα (Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Ενδημικό Κρήτης.

**Κατανομή:** Κρήτη.

**Περιοχές Μελέτης:** Εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 22

### Tribe Zuphiini Bonelli, 1810

104. *Polistichus connexus* (Geoffroy, 1785)



**Μέγεθος:** 8 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Ολιγοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Συναντάται κυρίως σε ξηρές ή ημίξηρες περιοχές, όπως στέπες, λιβάδια με αραιή και χαμηλή βλάστηση (Hurka 1996).

**Χωρότυπος:** Τουρρανο-ευρωμεσογειακό.

**Κατανομή:** Δυτική και νότια Ευρώπη, νότιο τμήμα της κεντρικής Ευρώπης, βόρεια Αφρική, Σιβηρία και κεντρική Ασία. Λίγες αναφορές από Ελλάδα (Arndt et al. 2011).

**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 6

**Σχόλια:** Πρώτη αναφορά του είδους από την Κρήτη.

105. *Zuphium olens* (P. Rossi, 1790)



**Μέγεθος:** 9,3-9,4 mm

**Φτερά:** Μακρόπτερο.

**Βιοτοπικός Χαρακτηρισμός:** Στενοτοπικό.

**Γενικές Πληροφορίες:** Θερμόφιλο και υγρόφιλο, συναντάται σε όχθες ποταμών, λιμνών και σε καλαμιώνες (Austin et al. 2008, Arndt et al. 2011).

**Χωρότυπος:** Ινδο-μεσογειακό.

**Κατανομή:** Νότια και ανατολική Ευρώπη, Μέση Ανατολή και βόρεια Αφρική (Austin et al. 2008).

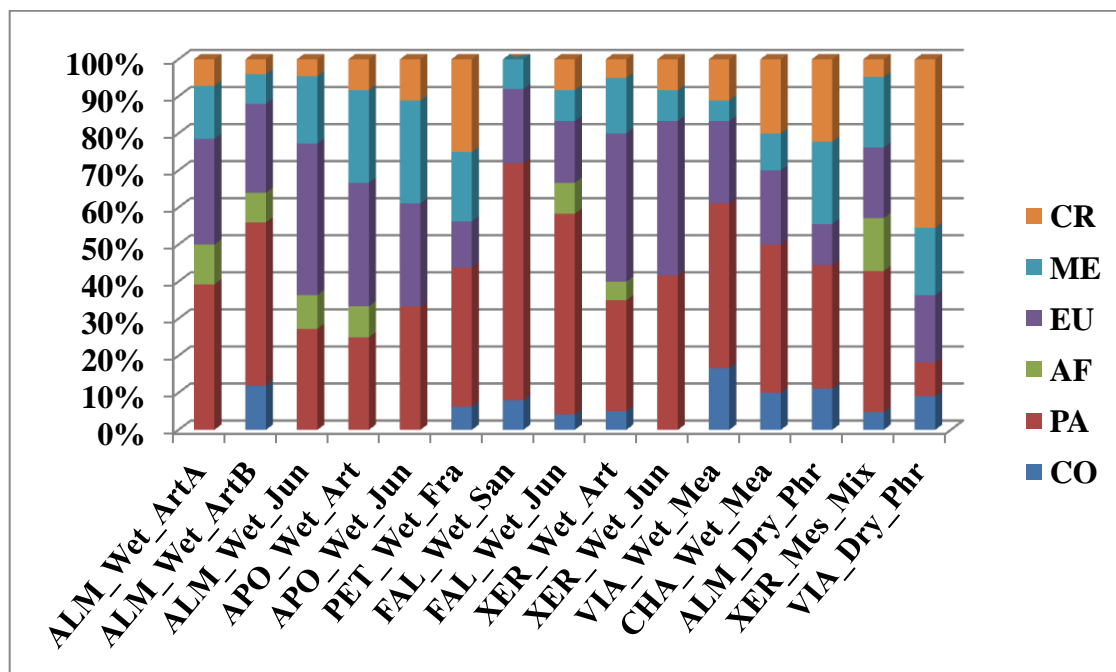
**Περιοχές Μελέτης:** Αλμυρός ποταμός.

**Συνολικός Αριθμός Ατόμων:** 12

### 3.1.6 Πρότυπα Κατανομής (ανάλυση πανιδικού στοιχείου)

Για την ανάλυση αυτή γίνεται η παρουσίαση των Εικόνων 10, 11 και 12, οι οποίες αντιπροσωπεύουν την ποσοστιαία σύνθεση των χωροτύπων στο σύνολο των Carabidae. Στην Εικόνα 10 βλέπουμε τη σύνθεση των χωροτύπων στους 15 δειγματοληπτικούς σταθμούς, ενώ στην Εικόνα 11 πραγματοποιείται η ένωση των όλων των παράκτιων και όλων των ορεινών υγροτοπικών σταθμών σε 2 ομάδες (παράκτιοι και ορεινοί υγρότοποι). Στην Εικόνα 12 παρουσιάζονται τα ποσοστά των ευρέως και στενά εξαπλούμενων ζώων στους παράκτιους και ορεινούς υγροτόπους.

Στα αποτελέσματα που φαίνονται στην Εικόνα 10 διακρίνεται μια κυριαρχία των μεγάλων ζωογεωγραφικών κατανομών στους υγροτοπικούς σταθμούς και πιο συγκεκριμένα τα παλαιαρκτικά τάξα κυμαίνονται από 25% με 64%. Επίσης, φαίνεται να υπάρχει και ένα σημαντικό ποσοστό ευρωπαϊκών ζώων, το οποίο κυμαίνεται από 12,5% με 41,67%. Ειδικότερα, βλέπουμε πως στον υγρότοπο Φαλασάρνων υπάρχει μια πολύ μεγάλη αντιπροσώπευση των παλαιαρκτικών τάξων (54,17% και 64%) σε αντίθεση με τους υπόλοιπους υγροτόπους, στους οποίους το ποσοστό κυμαίνεται από 25% με 44,44%. Επίσης, οι σταθμοί στην Αλατσολίμνη του Ξερόκαμπου και ο σταθμός στα βούρλα του Αλμυρού ("ALM\_Wet\_Jun") έχουν τα μεγαλύτερα ποσοστά ευρωπαϊκών τάξων με το ποσοστό να κυμαίνεται από 40% με 41,67%. Σε αντίθεση με τους 3 αυτούς σταθμούς, σχεδόν σε όλους τους υπόλοιπους 9 υγροτοπικούς σταθμούς το μεγαλύτερο ποσοστό ζώων ανήκει στα παλαιαρκτικά. Όσο αφορά τα ενδημικά τάξα, φαίνεται πως οι ορεινοί υγρότοποι, η εκβολή του Πετρέ και οι φρυγανικοί σταθμοί έχουν τα μεγαλύτερα ποσοστά. Είναι επίσης διακριτό πως στα φρύγανα κυριαρχούν τα ζώα με μικρότερες ζωογεωγραφικές κατανομές, ενώ ο μικτός σταθμός ελέγχου του Ξερόκαμπου ("XER\_Mes\_Mix") φαίνεται πως λειτουργεί ως υγροτοπικός σταθμός, αφού μοιάζει πολύ με τους υγροτοπικούς σταθμούς της Αλατσολίμνης του Ξερόκαμπου.

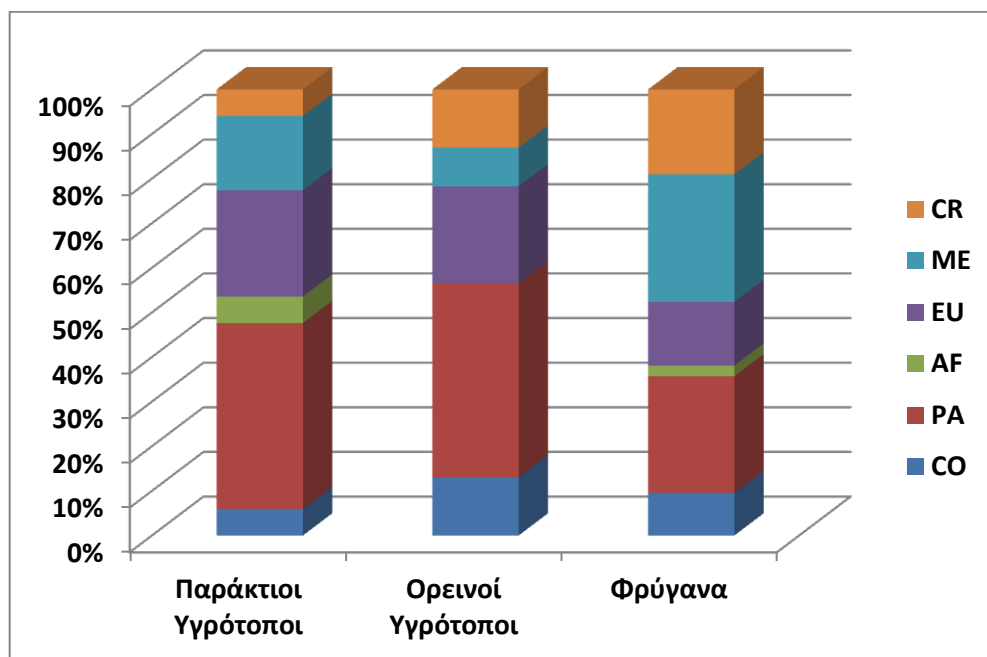


Εικόνα 10: Ποσοστιαία σύνθεση των κατανομών του συνόλου των Carabidae στους επιμέρους δειγματοληπτικούς σταθμούς (PA: Παλαιαρκτικό, EU: Ευρωπαϊκό, ME: Μεσογειακό, AF: Αφροτροπικό, CO: Κοσμοπολιτικό, CR: Ενδημικό Κρήτης).

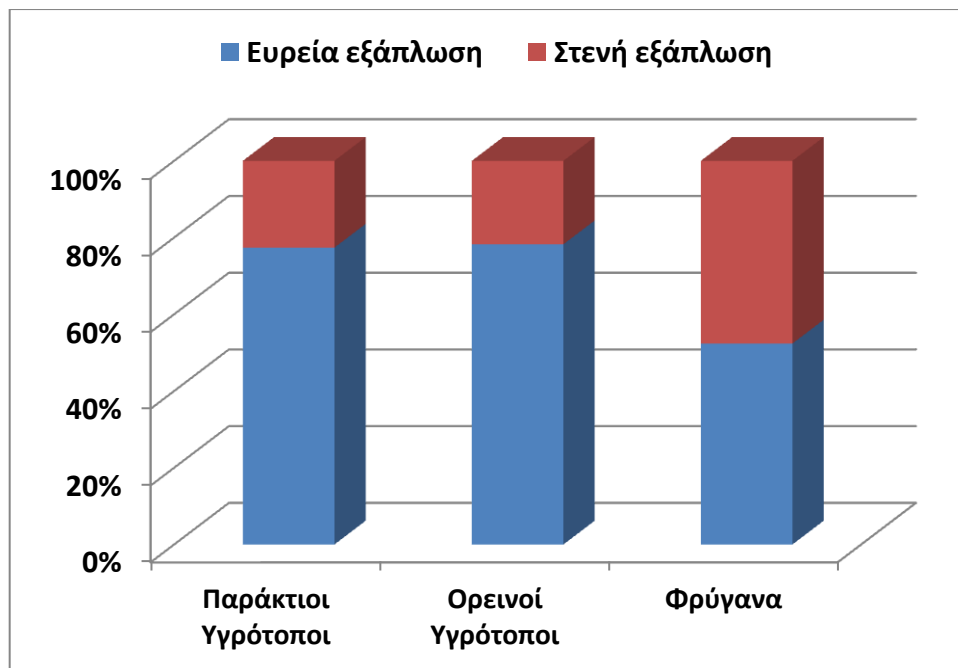
Στα επόμενα 2 γραφήματα (Εικόνες 11 και 12) παρουσιάζονται οι ποσοστιαίες συνθέσεις των κατανομών των Carabidae στους παράκτιους και ορεινούς υγροτόπους

και συγκρίνονται με τα αποτελέσματα της μελέτης των Kaltsas et al. (2013), οι οποίοι μελέτησαν τα φρύγανα σε 40 περιοχές στην Κρήτη. Από την Εικόνα 11 διακρίνεται η υπεροχή των παλαιαρκτικών και ευρωπαϊκών ζώων στους υγροτόπους, σε αντίθεση με τα φρύγανα της Κρήτης όπου κυριαρχούν τα μεσογειακά ζώα. Επιπλέον, σε αντίθεση με τα φρύγανα, οι υγρότοποι παρουσιάζουν μειωμένα ποσοστά ενδημισμού. Εκτός από αυτά, αξίζει να αναφερθεί πως οι κατανομές που προέκυψαν στον φρυγανικό σταθμό ελέγχου του Αλμυρού της δικής μας μελέτης, είναι πανομοιότυπες με αυτές των Kaltsas et al. (2013).

Στην Εικόνα 12 παρουσιάζονται τα ποσοστά των ευρέως (κοσμοπολικά, παλαιαρκτικά, αφροτροπικά και ευρωπαϊκά) και στενών (μεσογειακά και ενδημικά) εξαπλούμενων ζώων στις 2 ομάδες υγροτόπων σε σχέση με τα ποσοστά που επικρατούν στα φρύγανα του νησιού σύμφωνα με τους Kaltsas et al. (2013). Αυτό που διακρίνεται είναι η κυριαρχία των ευρέως διαδεδομένων ζώων στους υγροτόπους με τα ποσοστά να φτάνουν στο 77,38% στους παράκτιους και στο 78,26% στους ορεινούς, ενώ αντίθετα στα φρύγανα του νησιού βλέπουμε να υπάρχει περίπου ίση αντιπροσώπευση των ευρέως με των στενά εξαπλούμενων.



Εικόνα 11: Ποσοστιαία σύνθεση των κατανομών του συνόλου των Carabidae ως προς τους παράκτιους και ορεινούς υγροτόπους. Τα αποτελέσματα των φρυγάνων προέρχονται από την μελέτη των Kaltsas et al. (2013) που αφορούσε 40 περιοχές μελέτης σε όλη την Κρήτη (PA: Παλαιαρκτικό, EU: Ευρωπαϊκό, ME: Μεσογειακό, AF: Αφροτροπικό, CO: Κοσμοπολτικό, CR: Ενδημικό Κρήτης).

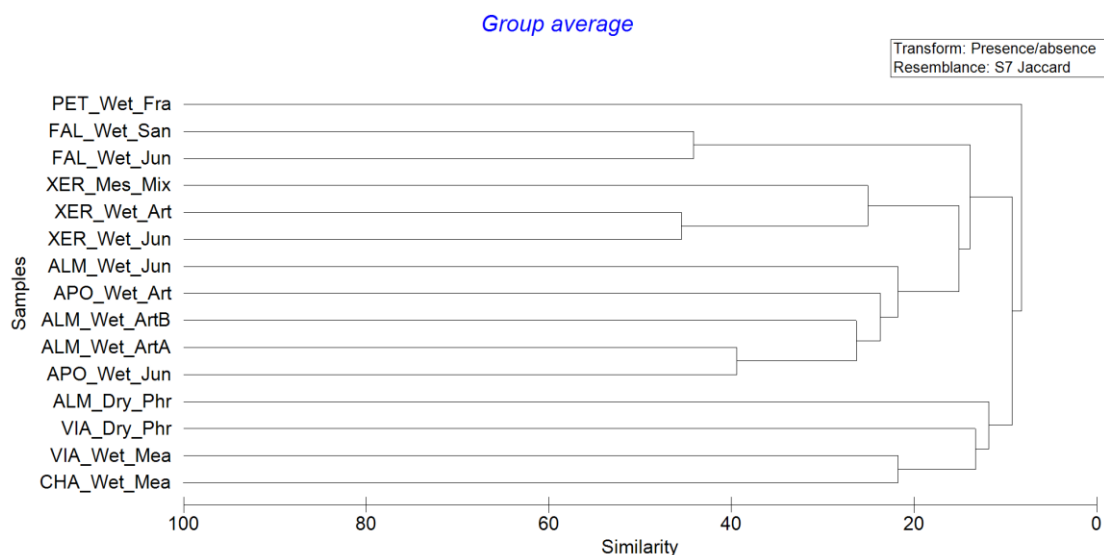


Εικόνα 12: Ποσοστιαία αναλογία των ευρέως και στενά εξαπλωμένων Carabidae στους παράκτιους και ορεινούς υγροτόπους σε σχέση με τα φρύγανα της Κρήτης από την μελέτη των Kaltsas et al. (2013).

### 3.1.7 Πανιδική Ομοιότητα Περιοχών Μελέτης

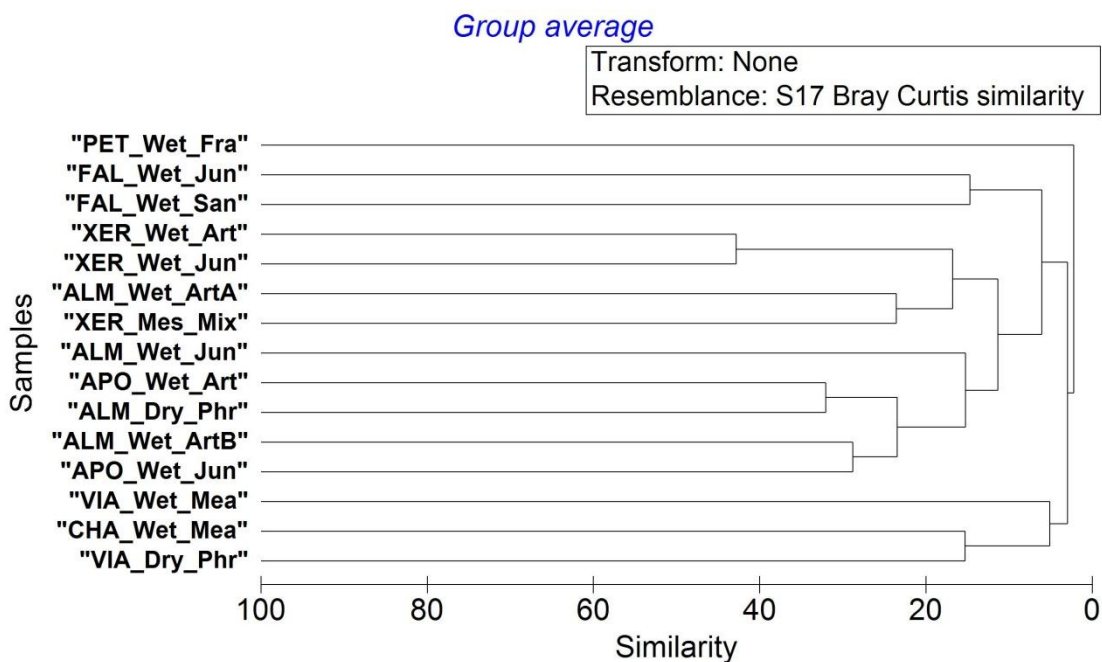
Για τον έλεγχο της πανιδικής ομοιότητας μεταξύ των υγροτοπικών σταθμών στις περιοχές μελέτης, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση ομαδοποίησης (cluster) με βάση την παρουσία/απουσία και την αφθονία των ειδών της οικογένειας Carabidae. Οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν για αυτήν την ανάλυση είναι ο δείκτης ομοιότητας Jaccard, ο οποίος υπολογίζει μόνο τις παρουσίες χωρίς να ενσωματώνει τις κοινές απουσίες μεταξύ των σταθμών και ο δείκτης Bray-Curtis για τα δεδομένα αφθονίας (Real and Vargas 1996).





**Εικόνα 13: Ανάλυση ομαδοποίησης για τους σταθμούς μελέτης με βάση τον δείκτη ομοιότητας Jaccard.**

Το αποτέλεσμα της ανάλυσης ομαδοποίησης με τον δείκτη Jaccard απεικονίζεται στο πιο πάνω γράφημα της Εικόνας 13, όπου οι δειγματοληπτικοί σταθμοί διαχωρίζονται σε 3 κύριες ομάδες. Η πρώτη ομάδα αποτελείται από τους παράκτιους υγροτοπικούς σταθμούς, στην οποία μεγαλύτερη συγγένεια παρουσιάζουν οι σταθμοί του Αλμυρού και του Αποσελέμη. Η δεύτερη κύρια ομάδα αποτελείται από τους φρυγανικούς και τους ορεινούς σταθμούς και η τρίτη αποτελείται από τον υγρότοπο του Πετρέ. Ουσιαστικά, φαίνεται πως οι παράκτιοι δειγματοληπτικοί σταθμοί με όμοιο τύπο βλάστησης (*Arthrocnemum* spp., *Juncus* spp., *Phragmites* spp.) δεν ομαδοποιούνται μεταξύ τους, αλλά ομαδοποιούνται με τους γεωγραφικά γειτονικούς τους σταθμούς. Επίσης οι ορεινοί υγρότοποι παρουσιάζουν μεγαλύτερη συγγένεια με τα φρύγανα παρά με τους παράκτιους υγροτόπους. Επιπλέον, ο υγρότοπος του Πετρέ εμφανίζεται ως εξωομάδα λόγω των μοναδικών ειδών του, αφού αρκετά από αυτά δεν εμφανίζονται σε κάποιον άλλο δειγματοληπτικό σταθμό.



**Εικόνα 14:** Ανάλυση ομαδοποίησης για τους σταθμούς μελέτης με βάση τον δείκτη ομοιότητας Bray-Curtis.

Η ανάλυση ομαδοποίησης με βάση τον δείκτη Bray-Curtis παρουσιάζεται στην Εικόνα 14. Από την ανάλυση αυτή έγινε ο διαχωρισμός σε 3 κύριες ομάδες. Η πρώτη ομάδα αποτελείται από την εκβολή του Πετρέ, που και πάλι λειτουργεί ως εξωομάδα. Στις άλλες δύο ομάδες διαχωρίζονται οι ορεινοί από τους παράκτιους σταθμούς δειγματοληψίας. Στην ομάδα με τους παράκτιους σταθμούς, η μεγαλύτερη ομοιότητα εμφανίζεται μεταξύ των σταθμών του Αλμυρού και του Αποσελέμη. Σημαντικό επίσης, το γεγονός πως οι σταθμοί του Αλμυρού και του Αποσελέμη (κεντρικοί παράκτιοι υγρότοποι) εμφανίζουν μεγαλύτερη ομοιότητα με τους σταθμούς στην Αλατσολίμνη του Ξερόκαμπου (ανατολικά) παρά τους σταθμούς στον υγρότοπο των Φαλασάρνων (δυτικά). Επιπλέον, διακρίνεται πως οι διαφορετικοί τύποι βλάστησης σε έναν υγρότοπο δεν παίζουν σημαντικό ρόλο, δεν γίνεται ομαδοποίηση των σταθμών με αρμυρήθρες ("Art") ή των σταθμών με βούρλα ("Jun").

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ανάλυση ομοιοτήτων (ANOSIM) για να ελεγχτεί το κατά πόσο υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις ανάμεσα στους σταθμούς βάσει διαφόρων περιβαλλοντικών παραγόντων (γεωγραφική θέση, βλάστηση, υδατοκάλυψη, υψόμετρο, έκταση, έδαφος), ενώ στη συνέχεια ακολούθησε η SIMPER ανάλυση, με την προϋπόθεση το αποτέλεσμα της ANOSIM να ήταν σημαντικά στατιστικό ( $p < 0,05$ ). Η ανάλυση ομοιοτήτων (Πίνακας 12) κατέληξε σε μη στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα για τον τύπο βλάστησης, τον τύπο εδάφους, την έκταση της δειγματοληπτικής επιφάνειας και τη διάρκεια της υδατοκάλυψης. Αντίθετα, στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα έδωσαν το υψόμετρο και η γεωγραφική θέση.

**Πίνακας 12: Αποτελέσματα της ANOSIM για κάθε παράγοντα μελέτης, ενώ με έντονη γραμματοσειρά εντοπίζονται τα στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα.**

Παράγοντας	Τιμή R	p-value
<b>Γεωγραφική θέση</b>	<b>0,696</b>	<b>0,02</b>
Τύπος Βλάστησης	0,432	0,11
Τύπος Εδάφους	0,085	0,273
Διάρκεια Υδατοκάλυψης	0,173	0,128
<b>Υψόμετρο</b>	<b>0,575</b>	<b>0,02</b>
Έκταση Δειγματοληπτικής Επιφάνειας	-0,164	0,918

Ο Πίνακας 13 παρουσιάζει την τιμή του R μεταξύ των ομάδων σταθμών για τον παράγοντα της γεωγραφικής θέσης, όπου οι ομάδες που παρουσιάζουν την μεγαλύτερη ομοιότητα είναι οι εξής: Ομαλός Βιάννου-Ομαλός Χανίων ( $R=0$ ) και εκβολές Αλμυρού-Αποσελέμη ( $R=0,036$ ), ενώ οι περιοχές με την μεγαλύτερη ανομοιότητα είναι οι: Αποσελέμης-Ομαλός Χανίων, Αποσελέμης-Πετρές, Αποσελέμης-Φαλάσαρνα, Αποσελέμης-Ομαλός Βιάννου, Πετρές-Φαλάσαρνα, Πετρές-Ξερόκαμπος, Πετρές-Ομαλός Βιάννου, Φαλάσαρνα-Ξερόκαμπος, Φαλάσαρνα-Ομαλός Χανίων, Ξερόκαμπος-Ομαλός Βιάννου και Ξερόκαμπος-Ομαλός Χανίων με  $R=1$ . Σε γενικές γραμμές φαίνεται πως οι ομάδες με διαφορετικό τύπο υγροτόπου (δηλαδή ορεινοί ή παράκτιοι) και αυτές που απέχουν σημαντικά μεταξύ τους γεωγραφικά, παρουσιάζουν μεγάλη διαφορά στη σύνθεση των τάξεων τους. Αυτό φαίνεται και από το γεγονός πως οι δύο ορεινοί υγρότοποι (Ομαλός Βιάννου-Ομαλός Χανίων) και οι δύο πλέον κοντινοί παράκτιοι υγρότοποι (Αλμυρός-Αποσελέμης) παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες ομοιότητες.

**Πίνακας 13: Πίνακας με τις τιμές του R της ANOSIM βάσει της Γεωγραφικής Θέσης του Υγροτόπου.**

ANOSIM	Αλμυρός	Αποσελέμης	Πετρές	Φαλάσαρνα	Ξερόκαμπος	Ομαλός Βιάννου	Ομαλός Χανίων
Αλμυρός		0,036	0,75	0,393	0,444	0,786	0,916
Αποσελέμης	0,036		1	1	0,833	1	1
Πετρές	0,75	1		1	1	1	1
Φαλάσαρνα	0,393	1	1		1	0,75	1
Ξερόκαμπος	0,444	0,833	1	1		1	1
Ομαλός Βιάννου	0,786	1	1	0,75	1		0
Ομαλός Χανίων	0,916	1	1	1	1	0	

Στη συνέχεια ακολούθησε η ανάλυση SIMPER για τις ομάδες του παράγοντα της γεωγραφικής θέσης, με τον Πίνακα 14 να παρουσιάζει τα είδη που συνεισφέρουν περισσότερο στις διαφοροποιήσεις μεταξύ των ομάδων. Τα τάξα με τη μεγαλύτερη συνεισφορά στις διαφοροποιήσεις είναι τα *Bembidion subcostatum creticum*, *Agonum*

*permoestum*, *Agonum viridicupreum*, *Pogonus chalceus*, *Megacephala euphratica* και *Harpalus distinguendus*.

**Πίνακας 14:** Πίνακας με τα είδη που συνεισφέρουν περισσότερο στις διαφοροποιήσεις μεταξύ των ομάδων του παράγοντα Γεωγραφικής Θέσης βάσει της ανάλυσης SIMPER.

Γεωγραφική Θέση	Συνεισφορά (%)					
	Αλμυρός	Αποσελέμης	Πετρές	Φαλάσαρνα	Ξερόκαμπος	Ομαλός Βιάννου
Αλμυρός						
Αποσελέμης	<i>M. euphratica</i> (5,15%)					
Πετρές	<i>B. subcostatum creticum</i> (18,6%)	<i>B. subcostatum creticum</i> (21,23%)				
Φαλάσαρνα	<i>A. permoestum</i> (13,87%)	<i>A. permoestum</i> (15,9%)	<i>B. subcostatum creticum</i> (15,74%)			
Ξερόκαμπος	<i>P. chalceus</i> (7,36%)	<i>P. chalceus</i> (8,5%)	<i>B. subcostatum creticum</i> (19,34%)	<i>A. permoestum</i> (13,94%)		
Ομαλός Βιάννου	<i>A. viridicupreum</i> (11,63%)	<i>A. viridicupreum</i> (12,87%)	<i>B. subcostatum creticum</i> (13,48%)	<i>A. viridicupreum</i> (9,91%)	<i>A. viridicupreum</i> (12,02%)	
Ομαλός Χανίων	<i>H. distinguendus</i> (11,99%)	<i>H. distinguendus</i> (15,36%)	<i>B. subcostatum creticum</i> (20,81%)	<i>A. permoestum</i> (14,39%)	<i>H. distinguendus</i> (12,12%)	<i>A. viridicupreum</i> (13,79%)

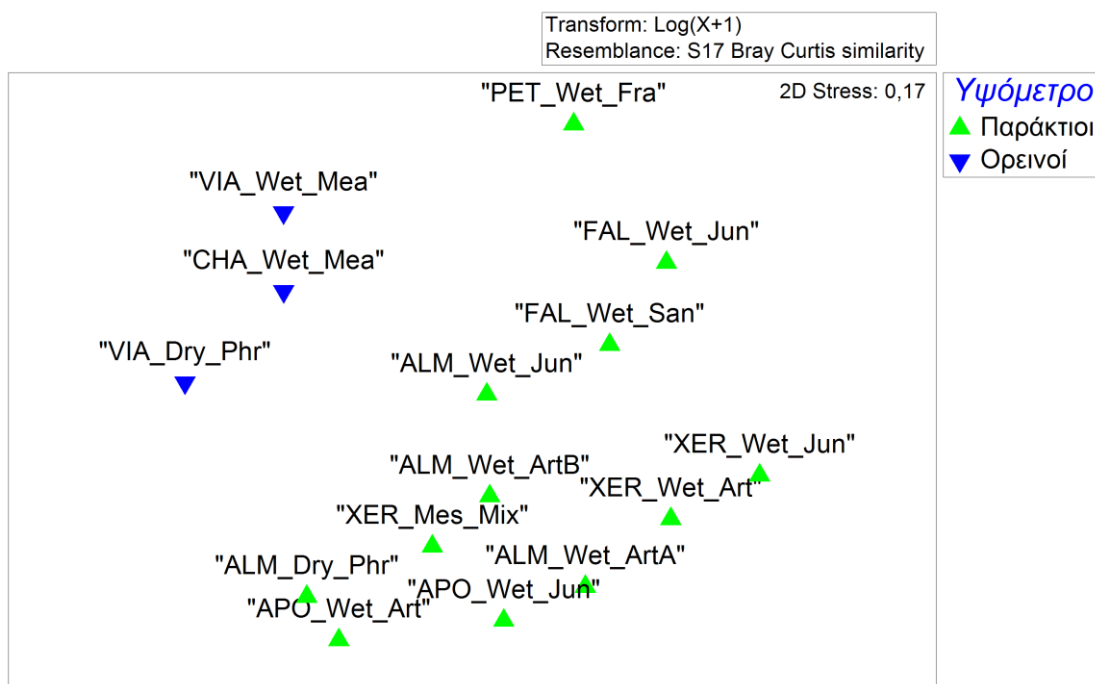
Επίσης, ο παράγοντας του υψομέτρου έδειξε στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα και τα αποτελέσματα της ANOSIM και της SIMPER δίνουν  $R=0,575$  και 89,02% ανομοιότητα αντίστοιχα. Τα τάξα με την μεγαλύτερη συνεισφορά στη μεταβλητότητα είναι το *Carabus banoni* και το *Calathus mollis mollis* με ποσοστά 15,98% και 11,53% αντίστοιχα.

Από το NMDS με χρήση των δεδομένων αφθονίας, προέκυψε το διάγραμμα της Εικόνας 15 όπου παρουσιάζεται η ομαδοποίηση των σταθμών. Καταρχήν, το NMDS έδωσε stress με τιμή 0,17 που θεωρείται ικανοποιητική. Επίσης, έγινε και ο διαχωρισμός των σταθμών σε 4 εμφανείς ομάδες. Η πρώτη ομάδα αποτελείται από τους 3 ορεινούς σταθμούς, η δεύτερη αποτελείται από τους σταθμούς του Αλμυρού, τον σταθμό ελέγχου στον Ξερόκαμπο και τους σταθμούς του Αποσελέμη, η τρίτη ομάδα από τους 2 υγροτοπικούς σταθμούς της Αλατολίμνης του Ξερόκαμπου και η τέταρτη από τους σταθμούς στα Φαλάσαρνα. Ο σταθμός του Πετρέ φαίνεται να απομονώνεται από τους άλλους.

Για να ελεγχθεί ποιοι παράγοντες παίζουν μεγαλύτερο ρόλο σε αυτήν την διαφοροποίηση των σταθμών, στο διάγραμμα της Εικόνας 15 τοποθετήθηκαν και τα δεδομένα των περιβαλλοντικών παραγόντων για κάθε σταθμό. Από τον έλεγχο αυτό προέκυψε πως ο διαχωρισμός των σταθμών επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από το

υψόμετρο. Συγκεκριμένα, οι 3 ορεινοί σταθμοί ομαδοποιούνται και διαχωρίζονται από τους υπόλοιπους σταθμούς.

Η γεωγραφική θέση των σταθμών φαίνεται να παίζει και αυτή κάποιο ρόλο στον διαχωρισμό των σταθμών. Βλέπουμε πως, οι υγρότοποι του Πετρέ και των Φαλασάρνων, οι οποίοι βρίσκονται πιο δυτικά, φαίνεται να απομονώνονται περισσότερο από τους υπόλοιπους υγροτόπους. Οι παράκτιοι κεντρικοί υγρότοποι ομαδοποιούνται και συμπληρώνουν την μια μεγάλη ομάδα, με τον ανατολικό υγρότοπο του Ξερόκαμπου να αποτελεί την άλλη ομάδα. Όσο αφορά τους υπόλοιπους παράγοντες δεν φαίνεται να υπάρχει κάποιο ευδιάκριτο μοτίβο.



Εικόνα 15: NMDS των σταθμών με δεδομένα αφθονίας.

### 3.2 Πρότυπα οργάνωσης των βιοκοινοτήτων

#### 3.2.1 Πλούτος Ειδών, Ποικιλότητα και Αφθονία

Για την εκτίμηση του πλούτου ειδών, χρησιμοποιήθηκε ο μέσος εκτιμηθείς αριθμός τάξων από 2 δείκτες, και τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 15. Από τα αποτελέσματα προκύπτει πως ο μικρότερος μέσος εκτιμηθείς αριθμός τάξων εμφανίζεται στον Ομαλό Χανίων (11,875), στον Αποσελέμη (σταθμός αρμυρήθρων-12,625) και στην Αλατσολίμνη του Ξερόκαμπου (σταθμός βούρλων-15). Ο μεγαλύτερος πλούτος ειδών εμφανίζεται στον Αλμυρό ποταμό (35,125, 33,625 και 29,125), και στον υγρότοπο Φαλασάρνων (30,75 και 29,125). Γενικά μπορεί να ειπωθεί πως ο εκτιμώμενος μέσος αριθμός τάξων είναι μεγαλύτερος στους

παράκτιους σταθμούς σε σχέση με τους ορεινούς, ενώ από πλευράς παράκτιων υγροτόπων, ο μικρότερος πλούτος εμφανίζεται σε Αποσελέμη και Πετρέ. Επιπλέον, από τον λόγο του αριθμού συλληφθέντων τάξων με τον εκτιμώμενο αριθμό τάξων προκύπτει πως σε γενικές γραμμές υπάρχει ικανοποιητική δειγματοληπτική αποδοτικότητα, αφού τα ποσοστά κυμαίνονται από 74,35% μέχρι και 87,27%.

**Πίνακας 15:** Εκτίμηση πλούτου ειδών για κάθε σταθμό βάσει 2 δεικτών. Η δειγματοληπτική αποδοτικότητα αντιστοιχεί στον λόγο του αριθμού των συλληφθέντων τάξων ως προς τον μέσο εκτιμηθέντα αριθμό τάξων από τους 2 δείκτες.

Σταθμός	Τάξα	Άτομα	Jackknife 1	Bootstrap	Μέση τιμή	Αποδοτικότητα
ALM_Wet_ArtA	28	125	37,5	32,75	35,125	79,72%
ALM_Wet_ArtB	25	50	36,5	30,75	33,625	74,35%
FAL_Wet_Jun	25	753	30,5	27,75	29,125	85,84%
FAL_Wet_San	24	103	33	28,5	30,75	78,05%
ALM_Wet_Jun	22	42	31,5	26,75	29,125	75,54%
XER_Wet_Art	20	109	27	23,5	25,25	79,21%
APO_Wet_Jun	18	71	24	21	22,5	80,00%
VIA_Wet_Mea	18	1965	21,5	19,75	20,625	87,27%
PET_Wet_Fra	16	299	23	19,5	21,25	75,29%
XER_Wet_Jun	12	37	16	14	15	80,00%
APO_Wet_Art	10	53	13,5	11,75	12,625	79,21%
CHA_Wet_Mea	10	102	12,5	11,25	11,875	84,21%
VIA_Dry_Phr	11	106	14,5	12,75	13,625	80,73%
ALM_Dry_Phr	9	65	11,5	10,25	10,875	82,76%
XER_Mes_Mix	21	132	29	25	27	77,78%

Προκειμένου να εξεταστεί η ποικιλότητα και η ομοιογένεια των δειγματοληπτικών σταθμών στις περιοχές μελέτης, χρησιμοποιήθηκαν οι δείκτες ποικιλότητας Shannon, Fisher's alpha και Simpson, καθώς επίσης και η τιμή της ισοκατανομής. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής παρουσιάζονται στον Πίνακα 16.

**Πίνακας 16:** Τιμές των δεικτών ποικιλότητας Shannon, Fisher's alpha και Simpson, καθώς επίσης και των δεικτών ισοκατανομής Dominance και της Pielou των σταθμών.

Σταθμοί	Shannon-H'	Fisher's $\alpha$	Simpson-D'	Dominance D	Evenness- $e^{H'/S}$
ALM_Wet_ArtB	3,088	19,9	0,051	0,06	0,877
ALM_Wet_ArtA	2,921	11,43	0,071	0,07424	0,663
ALM_Wet_Jun	2,74	18,66	0,084	0,06689	0,704
FAL_Wet_San	2,557	9,954	0,125	0,1205	0,538
APO_Wet_Jun	2,482	7,034	0,11	0,1754	0,665
XER_Wet_Art	2,276	7,22	0,169	0,16	0,487
XER_Wet_Jun	1,975	6,303	0,188	0,1775	0,601
CHA_Wet_Mea	1,735	2,737	0,244	0,2433	0,567



<b>APO_Wet_Art</b>	1,58	3,61	0,337	0,3594	0,486
<b>FAL_Wet_Jun</b>	1,536	4,956	0,41	0,395	0,186
<b>PET_Wet_Fra</b>	1,476	3,603	0,372	0,3517	0,274
<b>VIA_Wet_Mea</b>	1,372	2,743	0,369	0,3565	0,219
<b>ALM_Dry_Phr</b>	1,867	3,031	0,184	0,2122	0,719
<b>VIA_Dry_Phr</b>	1,787	2,586	0,213	0,2003	0,543
<b>XER_Mes_Mix</b>	2,309	7,015	0,16	0,1501	0,479

Συνολικά, οι τιμές του δείκτη Shannon κυμαίνονται από 1,372 έως 3,088, ενώ για τον δείκτη Simpson κυμαίνονται από 0,0506 έως 0,3685 και όσο αφορά τις τιμές ομοιομορφίας, κυμαίνονται από 0,1859 έως 0,8774. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τον δείκτη Shannon, οι μεγαλύτερες ποικιλότητες εμφανίζονται στον Αλμυρό ποταμό, ενώ οι χαμηλότερες τιμές εμφανίζονται στην εκβολή του Πετρέ και στον Ομαλό Βιάννου. Αξίζει να ειπωθεί πως αρκετοί σταθμοί δειγματοληψίας εμφανίζουν χαμηλές τιμές ισοκατανομής, μειώνοντας έτσι την τιμή της ποικιλότητας του δείκτη Shannon και αυτό οφείλεται στην κυριαρχία ενός ή περισσότερων ειδών. Ο δείκτης Fisher's alpha κυμαίνεται από 2,586 έως 19,9 και σε γενικές γραμμές δείχνει μεγαλύτερες ποικιλότητες στους παράκτιους υγροτόπους σε σχέση με τους ορεινούς. Συγκεκριμένα, ο Αλμυρός ποταμός εμφανίζει τη μεγαλύτερη ποικιλότητα, ενώ οι 2 ορεινοί υγροτόποι εμφανίζουν χαμηλές και παρόμοιες ποικιλότητες με τους φρυγανικούς σταθμούς ελέγχου.

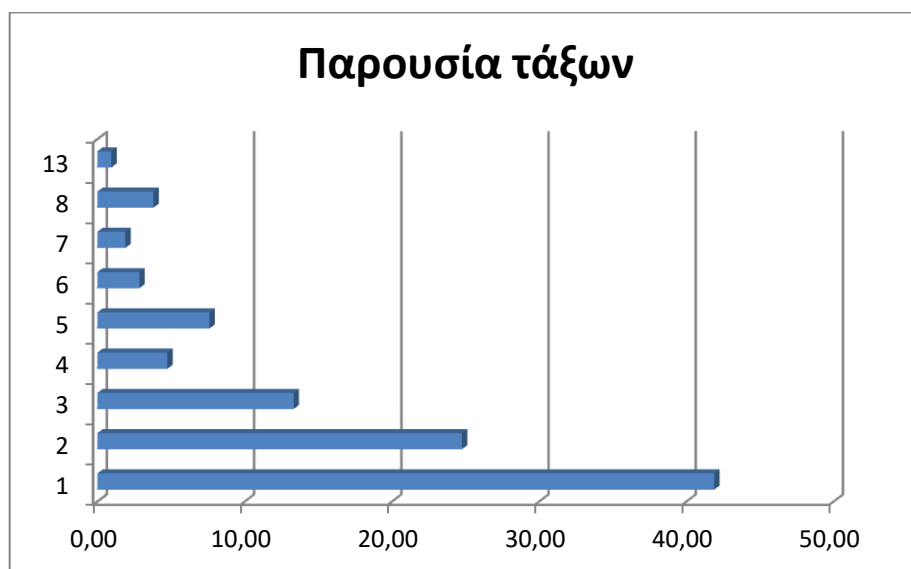
Τέλος, ακολούθησε ο υπολογισμός του δείκτη ανομοιότητας Sørensen για τον υπολογισμό των ποσοστών ανομοιότητας μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας. Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται για να δείχθει το "turnover" των ειδών μεταξύ σταθμών (Magurran 2004, Maveety et al. 2013). Σε γενικές γραμμές, τα αποτελέσματα που φαίνονται στο Παράρτημα IV δείχνουν μεγάλα ποσοστά ανομοιότητας μεταξύ των διάφορων σταθμών μελέτης. Τα πλείστα ποσοστά ξεπερνούν το 75%, ενώ οι μικρότερες ανομοιότητες εμφανίζονται μεταξύ σταθμών του ίδιου υγροτόπου μελέτης. Επίσης, σχετικά μικρή ανομοιότητα υπάρχει μεταξύ εκβολής Αποσελέμη και Αλμυρού ποταμού, ενώ η εκβολή του Πετρέ εμφανίζει μεγάλη ανομοιότητα σχεδόν με όλους τους υγροτόπους μελέτης. Αυτό τονίζει τη διαφορετική σύνθεση ειδών στους κρητικούς υγροτόπους, αλλά και τον μικρό αριθμό κοινών ειδών.

### 3.2.2 Συχνότητα εμφάνισης και αφθονία ειδών

Συνολικά, όπως προαναφέρθηκε έχουν καταγραφεί σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς (υγροτοπικούς και σταθμούς ελέγχου) μελέτης 105 τάξα. Στην Εικόνα 16 παρουσιάζεται η συχνότητα εμφάνισης αυτών των τάξων στους 15 δειγματοληπτικούς σταθμούς της μελέτης. Συγκεκριμένα, το ποσοστό των τάξων που έχει εμφάνιση μόνο σε έναν σταθμό μελέτης αγγίζει το 41,90% ενώ, αυτά με εμφάνιση σε 2 δειγματοληπτικούς σταθμούς φτάνουν το 24,76%. Επίσης, 13,33% των τάξων συλλέχτηκαν από 3 σταθμούς, ενώ υπάρχουν πολύ λίγα τάξα με παρουσία

σε 4 και περισσότερους σταθμούς ( $\leq 7,62\%$ ). Άξιο αναφοράς είναι πως κανένα τάξον δεν συλλέχτηκε από όλους τους σταθμούς, ενώ τα πιο κοινά τάξα ήταν τα *Carabus banoni* (13/15), *Agonum marginatum* (8/15), *Calathus mollis* (8/15), *Dyschirius apicalis* (8/15), *Microlestes corticalis* (8/15), *Pogonus chalceus* (7/15) και *Bembidion tethys* (7/15).

Όσον αφορά στους 7 υγροτόπους που μελετήσαμε, από τα 93 τάξα, τα 47 εμφανίζονται μόνο σε 1 υγρότοπο (50,54%) και τα 27 μόνο σε 2 υγροτόπους (29,03%), ενώ τα πιο κοινά να είναι τα εξής: *Carabus banoni* (6/7), *Agonum marginatum* (5/7) και *Tachys bistriatus* (5/7). Αυτό τονίζει τη μεγάλη διαφοροποίηση που έγκειται ανάμεσα στα τάξα κάθε υγροτόπου, αφού φαίνεται πως ο κάθε υγρότοπος απαρτίζεται από τη δική του βιοκοινότητα και πως μεταξύ των υγροτόπων υπάρχει πολύ μικρή μεταφορά/ροή ειδών.



Εικόνα 16: Ποσοστά τάξων με την συχνότητα παρουσίας τους στους δειγματοληπτικούς σταθμούς.

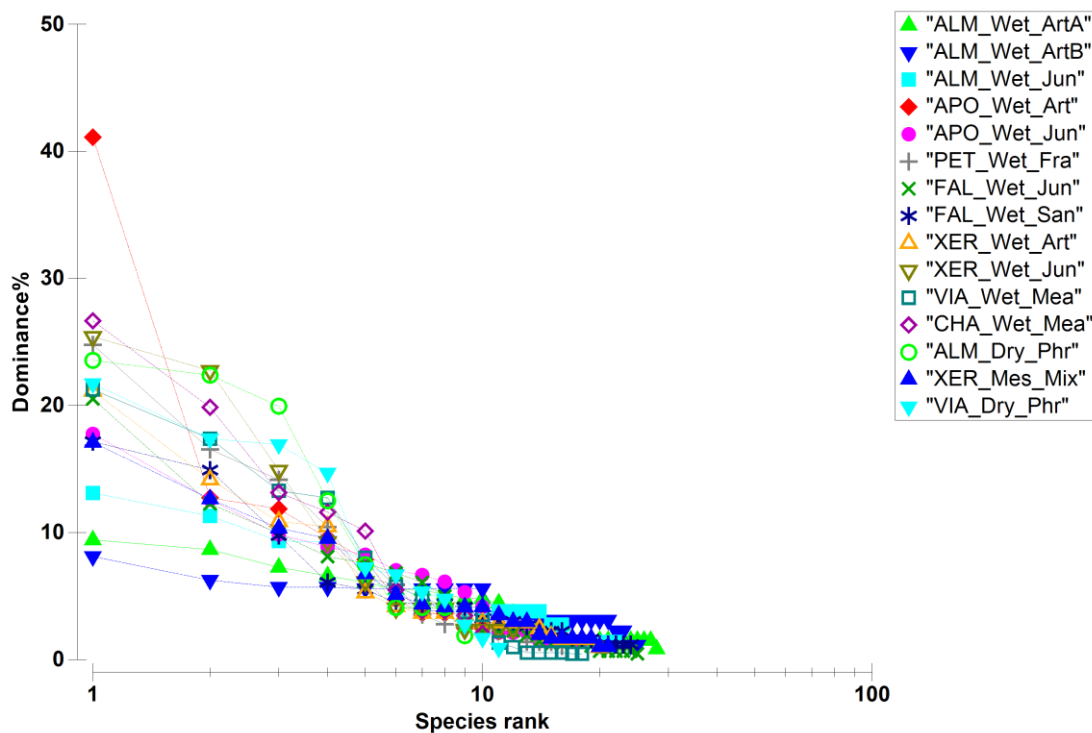
Από τα συνολικά άτομα που συλλέχτηκαν, ο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων εμφανίστηκε στην εποχική λίμνη του Ομαλού Βιάννου αφού συνολικά μαζεύτηκαν 1989 άτομα (47,22%), ενώ ακολούθησε ο σταθμός "FAL\_Wet\_Jun" των Φαλασάρνων με 753 άτομα. Τον μικρότερο αριθμό ατόμων συγκέντρωσαν οι σταθμοί "XER\_Wet\_Jun" του Ξερόκαμπου και "ALM\_Wet\_Jun" του Αλμυρού με 37 και 42 άτομα αντίστοιχα.

Από τα 105 τάξα που βρέθηκαν στη μελέτη αυτή, τα 3 που παρουσίασαν μεγαλύτερο αριθμό ατόμων ήταν τα *Agonum viridicupreum*, *Agonum permoestum* και *Poecilus cupreus*. Συγκεκριμένα, το *Agonum viridicupreum* κατάλαβε το 25,24% (1063 άτομα) του συνολικού αριθμού ατόμων στους 15 δειγματοληπτικούς σταθμούς,

ενώ τα άλλα 2 είδη εμφάνισαν ίσο αριθμό ατόμων (486 το κάθε ένα) και καταλάμβαναν το κάθε ένα το 11,54% του συνολικού αριθμού ατόμων.

Στο διάγραμμα της Εικόνας 17 παρουσιάζονται οι καμπύλες αφθονίας των σταθμών. Τέτοιες καμπύλες χρησιμοποιούνται συχνά για την υποστήριξη προτύπων διαταραχής στα Carabidae (Niemelä et al. 2002, Mercado Cárdenas and Buddle 2009) ή και σε πολλά άλλα τάξα. Μεγάλες κλίσεις στις καμπύλες υποδηλώνουν πιθανές διαταραχές στους πληθυσμούς (κυριαρχία ενός ή ελάχιστων ειδών), ενώ ομαλότερες κλίσεις δείχνουν ισοκατανομή και έλλειψη διαταραχής. Στο διάγραμμα διακρίνεται ένας σταθμός με μεγάλη κυριαρχία ενός είδους, ενώ οι υπόλοιποι σταθμοί εμφανίζουν πολύ μεγάλη ισοκατανομή ειδών. Συγκεκριμένα, ο σταθμός "APO\_Wet\_Art" κυριαρχείται από την παρουσία ενός είδους, το οποίο ξεπερνά το 40% της συνολικής σχετικής αφθονίας του σταθμού. Αντίθετα, οι πιο ισοκατανεμημένοι σταθμοί είναι αυτοί του Αλμυρού ποταμού, όπου το κυρίαρχο είδος καταλαμβάνει ποσοστό αφθονίας μικρότερο του 20%. Σε γενικές γραμμές παρατηρείται πως υπάρχει μεγάλη ισοκατανομή ειδών στους σταθμούς μελέτης.

Σε δεδομένα που προέρχονται κυρίως από αφθονίες βενθικών ασπονδύλων, χρησιμοποιούνται πολύ συχνά οι καμπύλες Αφθονίας/Βιομάζας (ABC curves) στη διερεύνηση προτύπων διαταραχής (Warwick 1986). Τα τελευταία χρόνια, έχουν γίνει δοκιμές της χρήσης αυτών των καμπυλών και στα χερσαία οικοσυστήματα με σχετικά θετικά αποτελέσματα, όχι μόνο σε ασπόνδυλα αλλά και πτηνά ή ερπετά (Benassi et al. 2009, Smith and Rissler 2010). Στο Παράρτημα III φαίνονται οι τιμές του  $W$  που πήραμε εφαρμόζοντας τις καμπύλες αυτές για τους σταθμούς της μελέτης μας. Σε γενικές γραμμές και μη έχοντας αρνητικές τιμές  $W$ , οι καμπύλες συνηγορούν με τα αποτελέσματα της διερεύνησης μέσω rank abundance plots.



Εικόνα 17: Καμπύλες αφθονίας ειδών (rank abundance plot).

### 3.2.3 Εποχική Διακύμανση

Για να ελεγχθεί ο εποχική διακύμανση κάθε σταθμού δειγματοληψίας, χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα της αφθονίας των ειδών στους σταθμούς μελέτης (αριθμοί ατόμων ανά 100 παγίδο-ημέρες). Στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα δεδομένα άνοιξης και φθινοπώρου, λόγω των καταστροφών από το χιόνι και τα άσχημα καιρικά φαινόμενα των χειμωνιάτικων δειγματοληψιών (χιόνι στους ορεινούς σταθμούς - πλημμύρισμα πολλών παγίδων στους παράκτιους). Τα καλοκαιρινά δείγματα (Ιουλίου και Αυγούστου) επίσης δεν πήραν μέρος στις αναλύσεις αυτές, λόγω ιδιαίτερα μικρών αφθονιών. Καταρχάς, χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος t-test, ο οποίος έδειξε στατιστικά αν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στις δύο εποχές ανά σταθμό.

Στον Πίνακα 17 φαίνονται τα p-values των 2 στατιστικών ελέγχων και από τις τιμές διακρίνεται πως γενικά δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ άνοιξης και φθινοπώρου στους περισσότερους σταθμούς μελέτης. Το t-test δείχνει πως υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των 2 εποχών μόνο σε 2 σταθμούς του Αλμυρού ποταμού.

Πίνακας 17: T-test για τις 2 εποχές (άνοιξη-φθινόπωρο) δειγματοληψίες κάθε σταθμού μελέτης. Η έντονη γραμματοσειρά δείχνει τους σταθμούς με στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις εποχικές δειγματοληψίες.

Σταθμός Δειγματοληψίας	p-value
ALM_Wet_ArtA	0,07
ALM_Wet_ArtB	<b>0,01</b>
ALM_Wet_Jun	<b>0,03</b>
APO_Wet_Art	0,39
APO_Wet_Jun	0,31
PET_Wet_Fra	0,18
FAL_Wet_Jun	0,19
FAL_Wet_San	0,56
XER_Wet_Art	0,05
XER_Wet_Jun	0,12
VIA_Wet_Mea	0,41
CHA_Wet_Mea	0,27
ALM_Dry_Phr	<b>0,03</b>
XER_Mes_Mix	<b>0,13</b>
VIA_Dry_Phr	<b>0,57</b>

Συνολικά συλλέχθηκαν την άνοιξη 2117 άτομα από 76 τάξα και το φθινόπωρο 1895 άτομα από 72 τάξα. Ουσιαστικά οι 2 εποχές αυτές δεν διαφέρουν μεταξύ τους, αλλά φαίνεται να υπάρχει τάση αύξησης ατόμων και τάξων την άνοιξη. Ως εκ τούτου τονίζεται πως η κινητικότητα των Carabidae σε αυτές τις εποχές κυμαίνεται περίπου στα ίδια επίπεδα.

Επιπλέον, το 28,95% των ειδών της άνοιξης δεν έχουν βρεθεί το φθινόπωρο, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό του φθινοπώρου φτάνει το 23,61%. Αυτό δείχνει πως ένα σημαντικό ποσοστό ειδών κινητοποιούνται μόνο στη μια εποχή, είτε αυτή είναι η άνοιξη ή το φθινόπωρο. Αυτό οφείλεται στην οικολογία των Carabidae και πιο συγκεκριμένα στο γεγονός ότι υπάρχουν τάξα που αναπαράγονται την άνοιξη και άλλα τάξα που αναπαράγονται το φθινόπωρο. Τα μοναδικά τάξα των 2 εποχών παρουσιάζονται στον Πίνακα 18.

Πίνακας 18: Πίνακας με τα τάξα που έχουν συλλεχτεί μόνο άνοιξη και μόνο φθινόπωρο.

Άνοιξη	Φθινόπωρο
<i>Acupalpus luteatus</i>	<i>Agonum thoreyi</i>
<i>Amara apricaria</i>	<i>Amara eurynota</i>
<i>Bembidion cf. axillare</i>	<i>Anisodactylus intermedius</i>
<i>Bembidion laetum</i>	<i>Bembidion curtulum</i>
<i>Bembidion lampros</i>	<i>Diachromus germanus</i>
<i>Bembidion subcostatum creticum</i>	<i>Dicheirotrichus lacustris</i>
<i>Brachinus plagiatus</i>	<i>Dicheirotrichus obsoletus</i>
<i>Calathus cinctus</i>	<i>Harpalus rufipes</i>
<i>Chlaenius decipiens</i>	<i>Harpalus tenebrosus</i>

<i>Chlaenius vestitus</i>	<i>Laemostenus complanatus</i>
<i>Clivina ypsilon</i>	<i>Ophonus puncticeps</i>
<i>Dixus eremita</i>	<i>Ophonus puncticollis</i>
<i>Dyschirius cf. cylindricus hauseri</i>	<i>Ophonus subquadratus</i>
<i>Notiophilus geminatus</i>	<i>Siagona europaea</i>
<i>Ocys harpaloides</i>	<i>Syntomus impressus impressus</i>
<i>Paradromius linearis</i>	<i>Tachyura haemorrhoidalis</i>
<i>Parophonus maculicornis</i>	<i>Zabrus oertzeni</i>
<i>Polistichus connexus</i>	
<i>Polyderis brevicornis</i>	
<i>Tachys atratus</i>	
<i>Tschitscherinellus cordatus minos</i>	
<i>Zabrus graecus convexus</i>	

Για έλεγχο της βιομάζας στις δύο εποχές, πραγματοποιήθηκε η εξαγωγή του Πίνακα 19, ο οποίος παρουσιάζει τις βιομάζες κάθε σταθμού ανά 100 παγιδοημέρες. Σε γενικές γραμμές μπορεί να ειπωθεί πως την άνοιξη υπάρχει μεγαλύτερη βιομάζα ζώων σε σχέση με το φθινόπωρο. Επίσης, οι σταθμοί του Ομαλού Βιάννου και του υγροτόπου των Φαλασάρνων έχουν τις μεγαλύτερες τιμές βιομάζας και αυτό οφείλεται στον πολύ μεγάλο αριθμό ατόμων της Βιάννου και στην ύπαρξη του πολύ μεγάλου ζώου *Scarites procerus eurytus* στα Φαλάσαρνα. Συμπερασματικά, αν και φαίνονται μικρές διαφορές στους αριθμούς των ατόμων και ειδών μεταξύ των 2 εποχών, εντούτοις οι τιμές της βιομάζας φαίνεται να παρουσιάζουν εντονότερες διαφοροποιήσεις μεταξύ των εποχών σε ορισμένους σταθμούς. Σε γενικές γραμμές, η βιομάζα της άνοιξης είναι μεγαλύτερη από τη βιομάζα του φθινοπώρου, πράγμα που δείχνει την παρουσία μεγαλύτερων σε μέγεθος ζώα την άνοιξη.

**Πίνακας 19: Η βιομάζα των τάξων σε mg βάσει αφθονίας σε παγιδοημέρες, ανά εποχή και ανά σταθμό.**

Σταθμοί	Βιομάζα Άνοιξης	Βιομάζα Φθινοπώρου
VIA_Wet_Mea	1491,86	1282,12
FAL_Wet_San	1219,32	95,12
FAL_Wet_Jun	1216,17	111,67
Pet_Wet_Fra	383,87	57,05
ALM_Wet_Jun	214,06	17,60
APO_Wet_Jun	187,40	71,564
CHA_Wet_Mea	178,69	102,42
ALM_Wet_ArtB	163,64	44,81
XER_Wet_Art	80,84	8,79
ALM_Wet_ArtA	59,24	18,26
APO_Wet_Art	38,54	111,60
XER_Wet_Jun	14,61	18,85
XER_Mes_Mix	693,81	277,9
VIA_Dry_Phr	433,02	840,72
ALM_Dry_Phr	112,75	39,43
<b>Συνολικά</b>	<b>6.487,81</b>	<b>3.097,90</b>

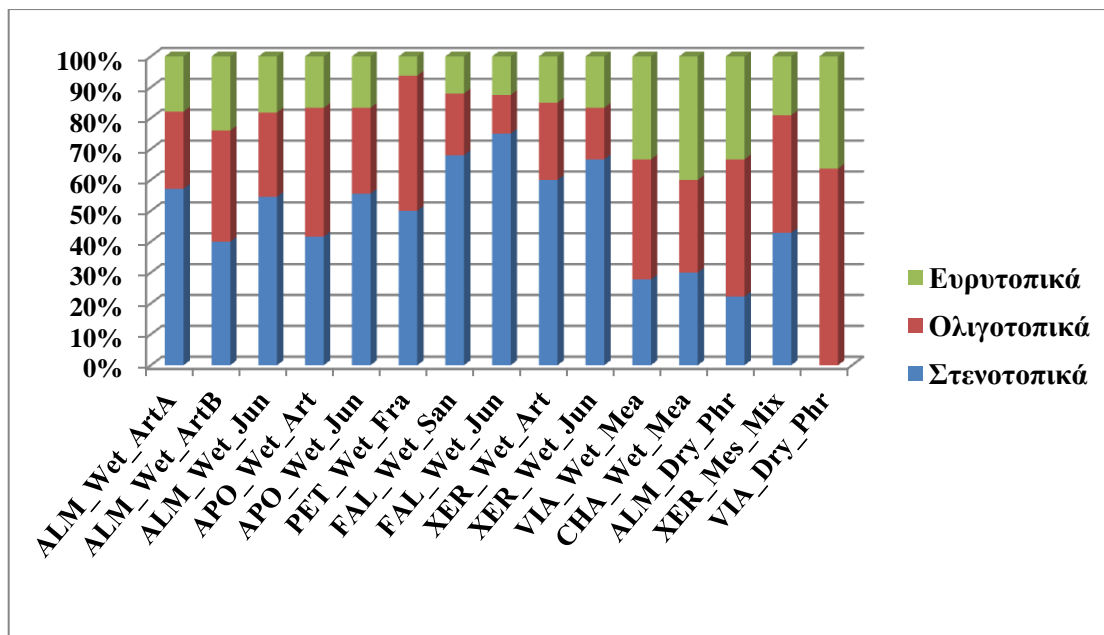


### 3.3 Οικολογικές Παράμετροι

#### 3.3.1 Βιοτοπική Προτίμηση Τάξεων

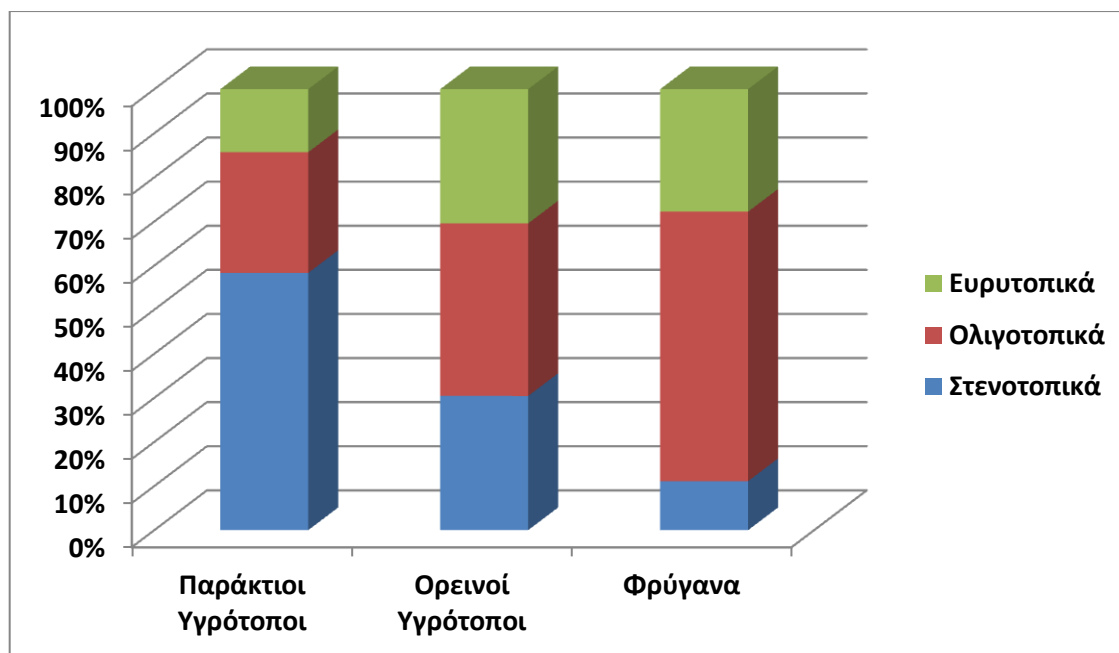
Όπως έχει προαναφερθεί, ο καθορισμός της βιοτοπικής προτίμησης των ειδών κατέστη δυνατός με τη χρήση δεδομένων από τη διεθνή βιβλιογραφία και τη βάση δεδομένων Carabids.org (Homburg et al. 2014). Στη συνέχεια, βάσει αυτών των δεδομένων τα τάξα χωρίστηκαν σε 3 κατηγορίες, τα Στενοτοπικά, τα Ολιγοτοπικά και τα Ευρυτοπικά, ανάλογα με το κατά πόσο τα τάξα είναι εξειδικευμένα σε ένα ή περισσότερους τύπους βιοτόπων.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής φαίνονται στις Εικόνες 18 και 19, όπου διακρίνεται έντονη παρουσία στενοτοπικών τάξεων σε όλους σχεδόν τους σταθμούς δειγματοληψίας σε αντίθεση με τα σχετικά μικρά ποσοστά των ευρυτοπικών. Συγκεκριμένα, βλέπουμε πως στους παράκτιους υγροτόπους κυριαρχούν τα στενοτοπικά, με τα ψηλότερα ποσοστά να εμφανίζονται στον υγρότοπο Φαλασάρων (68% και 75%) και την Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου (60% και 66,67%). Στους φρυγανικούς σταθμούς ελέγχου παρατηρήθηκαν αυξημένα ποσοστά ευρυτοπικών και ολιγοτοπικών τάξεων, με το ποσοστό των στενοτοπικών να μειώνεται και να φτάνει το 22,22% στον φρυγανικό σταθμό ελέγχου του Αλμυρού και το 0% στον φρυγανικό σταθμό ελέγχου στον Ομαλό Βιάννου. Επιπλέον, σημαντικό θεωρούμε και το γεγονός ότι οι 2 υγρότοποι στα ορεινά τείνουν να συμπεριφέρονται περισσότερο ως φρύγανα, αφού τα ποσοστά των στενοτοπικών μειώνονται σημαντικά (27,78% και 30%) και ταυτόχρονα αυξάνονται τα ολιγοτοπικά και ευρυτοπικά. Επίσης, ο σταθμός ελέγχου του Ξερόκαμπου φαίνεται να συμπεριφέρεται ως υγροτοπικός σταθμός, αφού παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες με τους υπόλοιπους παράκτιους υγροτοπικούς σταθμούς.



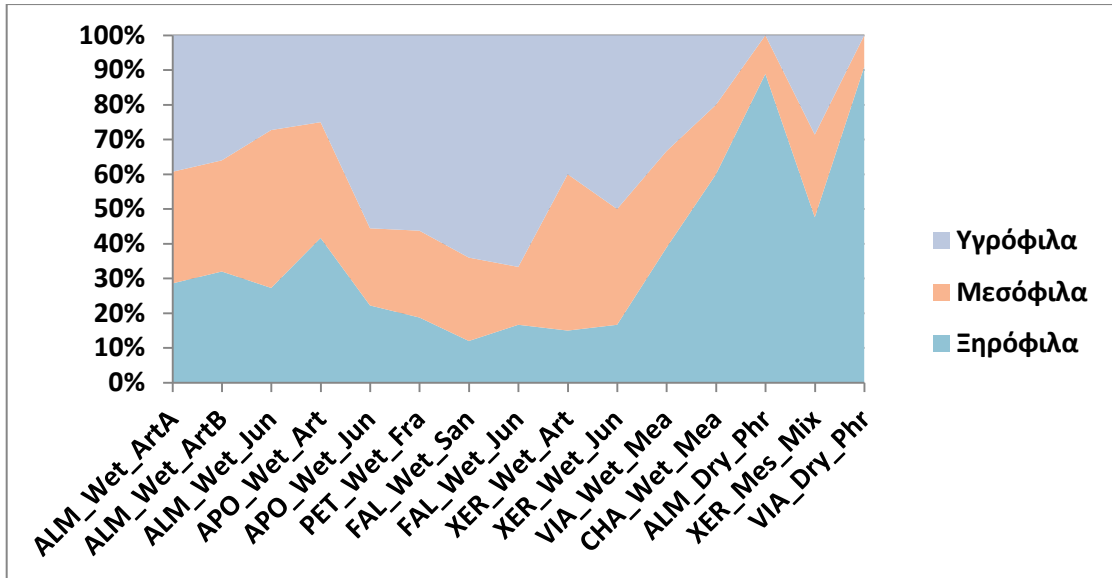
Εικόνα 18: Ποσοστιαία εκπροσώπηση των Στενοτοπικών, Ολιγοτοπικών και Ευρυτοπικών τάξεων στους δειγματοληπτικούς σταθμούς.

Για την στατιστική υποστήριξη των ποσοστών της Εικόνας 19, πραγματοποιήθηκε t-test ανεξάρτητου μεγέθους δειγμάτων για τα ποσοστά των στενοτοπικών, ολιγοτοπικών και ευρυτοπικών ειδών στους υγροτόπους και στους φρυγανικούς σταθμούς ελέγχου. Από τις τιμές του p φαίνεται να μην υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα ποσοστά των πιο πάνω ομάδων μεταξύ των ορεινών υγροτόπων και των φρυγανικών σταθμών ελέγχου. Οι παράκτιοι υγρότοποι εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τα φρύγανα και με τους ορεινούς υγροτόπους στα ποσοστά των στενοτοπικών ( $p=0,007$  και  $p=0,001$  αντίστοιχα) και ευρυτοπικών ( $p<0,001$  και  $p<0,001$  αντίστοιχα) ειδών.

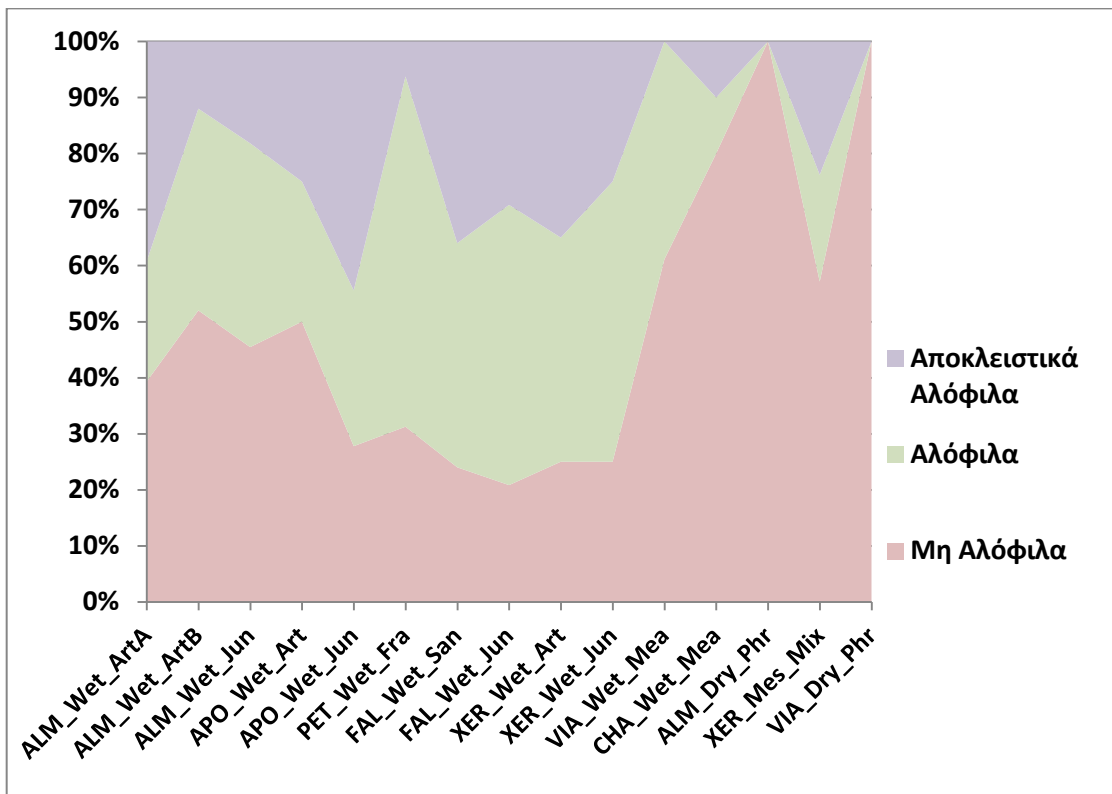


**Εικόνα 19:** Ποσοστιαία εκπροσώπηση των Στενοτοπικών, Ολιγοτοπικών και Ευρυτοπικών τάξων στους παράκτιους και ορεινούς υγροτόπους και στα φρύγανα ελέγχου.

Για περαιτέρω έλεγχο, τα τάξα χαρακτηρίστηκαν ως προς την υγροφιλία και αλοφιλία, λαμβάνοντας υπόψη τη βιοτοπική τους προτίμηση και την εμφάνισή τους σε διάφορους τύπους ενδιαιτημάτων σε διάφορες μελέτες. Στο πρώτο γράφημα (Εικόνα 20) απεικονίζεται η υγροφιλία των τάξων στους επιμέρους δειγματοληπτικούς σταθμούς, ενώ το δεύτερο παρουσιάζει την αλοφιλία (Εικόνα 21). Σύμφωνα με το πρώτο γράφημα, υπάρχει κυριαρχία των μεσόφιλων και υγρόφιλων τάξων στους παράκτιους δειγματοληπτικούς σταθμούς, σε αντίθεση με τους ορεινούς και τους φρυγανικούς, όπου κυριαρχούν περισσότερα ξηρόφιλα ζώα. Όσο αφορά την αλοφιλία, τα αποτελέσματα είναι λίγο-πολύ αναμενόμενα, αφού στους παράκτιους υγροτοπικούς σταθμούς υπάρχουν μεγάλα ποσοστά αλόφιλων, σε αντίθεση με τα βουνά και τα φρύγανα όπου κυριαρχούν τα μη-αλόφιλα τάξα. Ο σταθμός ελέγχου του Ξερόκαμπου φαίνεται να είναι κάτι ενδιάμεσο, αφού εμφανίζει σημαντικό ποσοστό και υγρόφιλων και ξηρόφιλων τάξων.



Εικόνα 20: Ποσοστιαία αναλογία των Υγρόφιλων, Μεσόφιλων και Ξηρόφιλων τάξεων στους δειγματοληπτικούς σταθμούς.



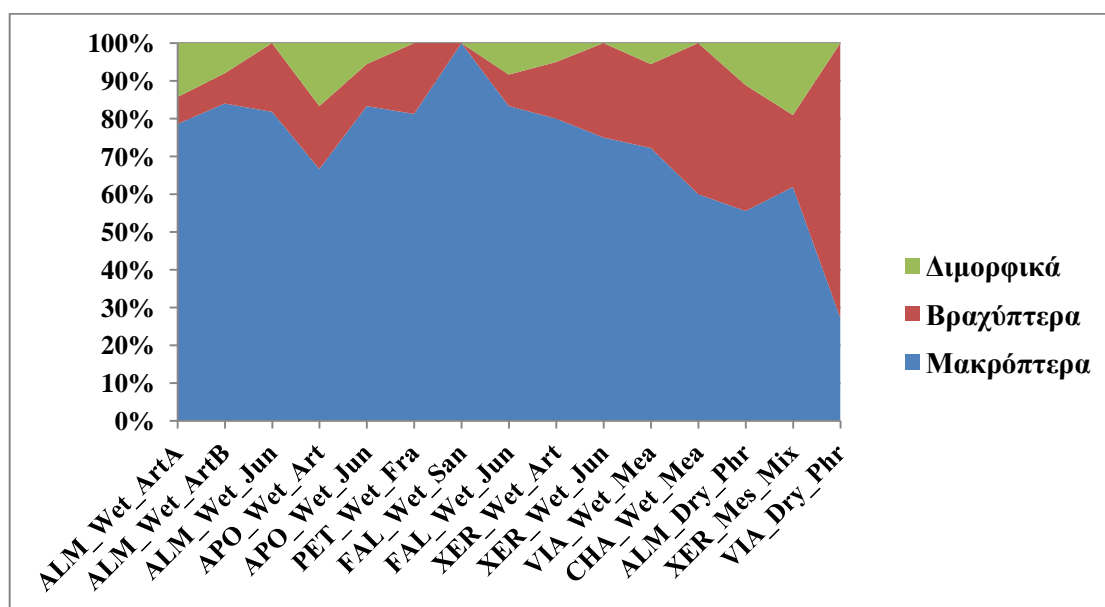
Εικόνα 21: Ποσοστιαία αναλογία των Αλόφιλων και Μη Αλόφιλων τάξεων στους δειγματοληπτικούς σταθμούς.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε t-test ανεξάρτητου μεγέθους δειγμάτων για τα ποσοστά των υγρόφιλων, μεσόφιλων, ξηρόφιλων, αποκλειστικά αλόφιλων,

αλόφιλων και μη αλόφιλων ειδών στους υγροτόπους και στους φρυγανικούς σταθμούς ελέγχου. Από τις τιμές του  $p$  φαίνεται να μην υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ορεινών υγροτόπων και των φρυγανικών σταθμών ελέγχου. Οι παράκτιοι υγροτόποι εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τους ορεινούς υγροτόπους στα ποσοστά των ξηρόφιλων ( $p=0,006$ ), των αποκλειστικά αλόφιλων ( $p=0,037$ ) και των μη αλόφιλων ειδών ( $p=0,003$ ). Επίσης, στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίζονται ανάμεσα στους παράκτιους υγροτόπους και τα φρύγανα ελέγχου στα ποσοστά των υγρόφιλων ( $p=0,002$ ), των μεσόφιλων ( $p=0,013$ ), των ξηρόφιλων ( $p<0,001$ ), των αποκλειστικά αλόφιλων ( $p=0,013$ ), των αλόφιλων ( $p=0,002$ ) και των μη αλόφιλων ( $p<0,001$ ).

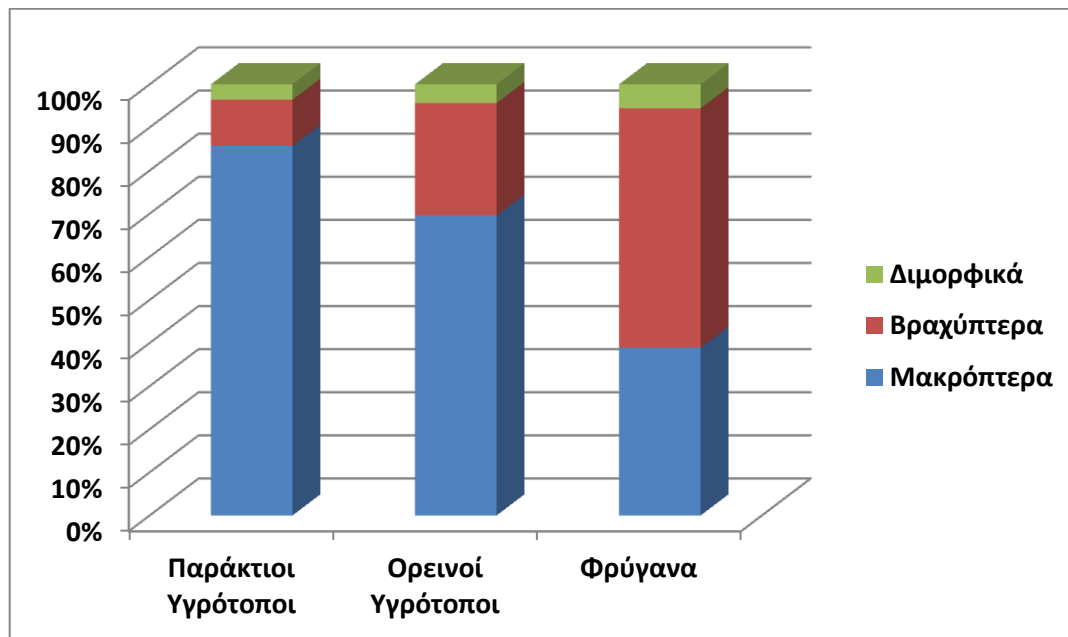
### 3.3.2 Πτητική Ικανότητα Ειδών

Για τον έλεγχο της μορφολογίας των φτερών στα είδη που συλλέχτηκαν στους σταθμούς μελέτης, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από την διεθνή βιβλιογραφία, αλλά και τα δεδομένα που προέκυψαν από την ανατομή αρκετών ατόμων από κάθε είδος. Ως εκ τούτου, κάθε είδος χαρακτηρίστηκε ως μακρόπτερο, ή βραχύπτερο, ή διμορφικό. Από την ανάλυση αυτή παράχθηκαν οι Εικόνες 22 έως 25 όπου οι δύο πρώτες είναι βάσει της μορφολογίας φτερών, όπως αυτή προέκυψε από την εργαστηριακή ανατομή, ενώ οι τελευταίες δύο αφορούν τα ίδια είδη, αλλά από δεδομένα πτητικής ικανότητας στη διεθνή βιβλιογραφία.



Εικόνα 22: Ραβδόγραμμα που απεικονίζει την ποσοστιαία αναλογία των μακρόπτερων, βραχύπτερων και των διμορφικών τάξεων στους δειγματοληπτικούς σταθμούς, βάσει των δειγμάτων της μελέτης.

Σε γενικές γραμμές, από το πιο πάνω γράφημα εντυπωσιάζουν τα πολύ μεγάλα ποσοστά των μακρόπτερων ειδών, τα οποία φτάνουν και το 100%. Αντίθετα, τα βραχύπτερα και διμορφικά είδη κατέχουν σχετικά πολύ χαμηλές ποσοστιαίες αναλογίες. Παρόλα αυτά, οι αναλογίες των βραχύπτερων και μακρόπτερων τάξων εμφανίζουν κάποιες σημαντικές διαφορές τόσο στα φρύγανα όσο και στους 2 ορεινούς υγροτόπους. Συγκεκριμένα, στους 2 φρυγανικούς σταθμούς ελέγχου, το ποσοστό βραχύπτερων αυξάνεται σημαντικά με ταυτόχρονη μείωση των μακρόπτερων. Στα φρύγανα ελέγχου του Αλμυρού το 33,33% των ειδών είναι βραχύπτερα, ενώ το ποσοστό αυτό στα φρύγανα ελέγχου του Ομαλού της Βιάννου φτάνει το 72,73%, πράγμα που δείχνει την κυριαρχία των βραχύπτερων ζώων στα φρύγανα. Επιπλέον, διακρίνεται πως και οι ορεινοί υγρότοποι κατέχουν μεγαλύτερο ποσοστό βραχύπτερων (22,22% και 40%) σε σχέση με τους υπόλοιπους παράκτιους υγροτοπικούς σταθμούς, ενώ ταυτόχρονα ο σταθμός ελέγχου του Ξερόκαμπου έχει αρκετές ομοιότητες με τους υπόλοιπους παράκτιους υγροτοπικούς σταθμούς και παρουσιάζει μεγαλύτερο ποσοστό διμορφικών τάξεων (19,05%). Με την σύμπτυξη και ομαδοποίηση των υγροτοπικών σταθμών, φαίνεται πιο ξεκάθαρα η κυριαρχία των μακρόπτερων στους παράκτιους υγροτόπους, ενώ οι ορεινοί έχουν αυξημένο ποσοστό βραχύπτερων.



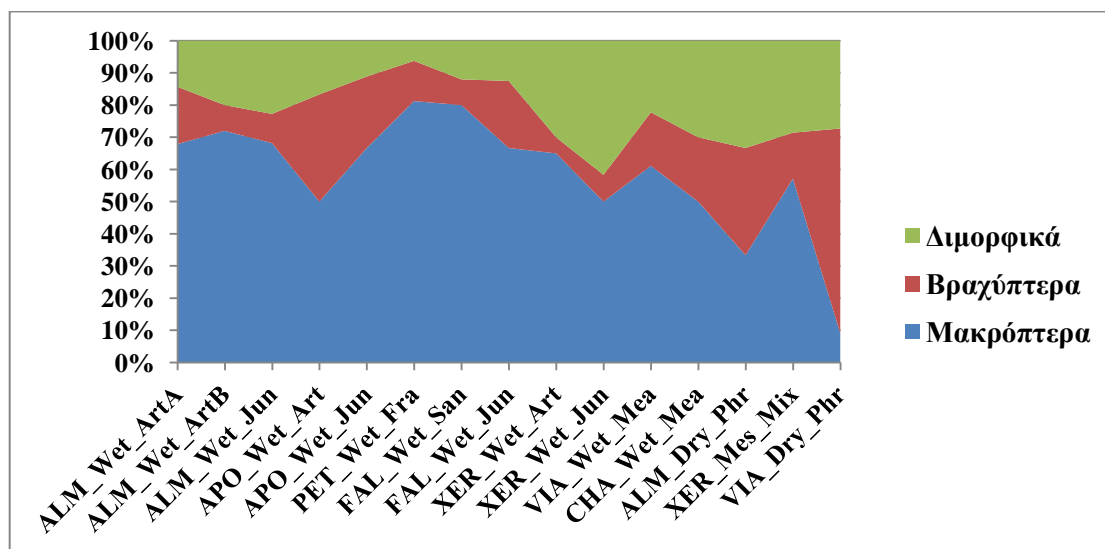
Εικόνα 23: Ραβδόγραμμα που απεικονίζει την ποσοστιαία αναλογία των μακρόπτερων, βραχύπτερων και των διμορφικών τάξεων στους παράκτιους, ορεινούς υγροτόπους και τα φρύγανα ελέγχου.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε t-test για τον έλεγχο των διαφορών στα ποσοστά των μακρόπτερων, βραχύπτερων και διμορφικών ειδών στους υγροτόπους μελέτης και τα στα φρύγανα ελέγχου. Από τα αποτελέσματα φαίνεται πως τα

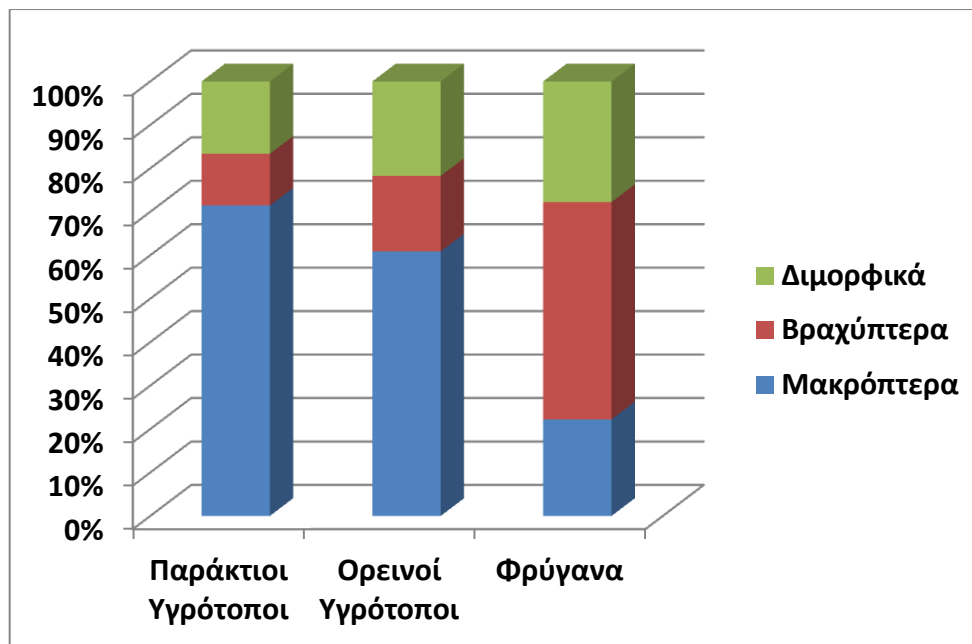


φρύγανα ελέγχου και οι ορεινοί υγρότοποι δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ οι ορεινοί με τους παράκτιους υγροτόπους εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα ποσοστά των μακρόπτερων ( $p=0,04$ ) και των βραχύπτερων ( $p=0,014$ ) ειδών. Επίσης, στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίζονται στα ποσοστά των μακρόπτερων ( $p<0,001$ ) και βραχύπτερων ( $p=0,001$ ) ειδών μεταξύ των παράκτιων υγροτόπων και των φρυγάνων ελέγχου.

Στα επόμενα γραφήματα (Εικόνες 24 και 25) φαίνονται οι ποσοστιαίες αναλογίες των μορφών των φτερών με δεδομένα που συλλέχτηκαν από τη διεθνή βιβλιογραφία. Σε γενικές γραμμές τα μεγαλύτερα ποσοστά και πάλι καταλαμβάνονται από τα μακρόπτερα τάξα, εντούτοις υπάρχουν αυξημένα ποσοστά διμορφικών τάξων σε σχέση με την αμέσως παραπάνω ανάλυση. Σε αυτή την ανάλυση, τα μεγαλύτερα ποσοστά μακρόπτερων εμφανίζονται στον υγρότοπο Φαλασάρνων (80% και 66,67%) και στην εκβολή του Πετρέ (81,25%), τα οποία αν και είναι αρκετά μεγάλα, εντούτοις εμφανίζουν πτώση σε σχέση με την προηγούμενη ανάλυση. Τα μεγαλύτερα ποσοστά διμορφικών κατέχει η Αλατσολίμνη του Ξερόκαμπου (41,67% και 30%), η οποία στην προηγούμενη ανάλυση εμφανίζεται ποσοστά 5% και 0%. Τα βραχύπτερα ζώα έχουν την μεγαλύτερη αντιπροσώπευση στους 2 φρυγανικούς σταθμούς ελέγχου (33,33% και 63,64%), αλλά σε σχέση με την προηγούμενη ανάλυση δεν παρατηρείται αξιόλογη διαφοροποίηση. Όσον αφορά τους ορεινούς υγροτόπους δεν φαίνεται να υπάρχει κάποια αισθητή διαφορά σε σχέση με τους παράκτιους υγροτόπους, αφού υπάρχουν παρόμοια ποσοστά για τις 3 μορφές φτερών.



Εικόνα 24: Ραβδόγραμμα που απεικονίζει την ποσοστιαία αναλογία των μακρόπτερων, βραχύπτερων και των διμορφικών τάξων στους δειγματοληπτικούς σταθμούς, βάσει της βιβλιογραφικής μορφολογίας φτερών των τάξων.



Εικόνα 25: Ραβδόγραμμα που απεικονίζει την ποσοστιαία αναλογία των μακρόπτερων, βραχύπτερων και των διμορφικών τάξεων στους παράκτιους, ορεινούς υγροτόπους και στα φρύγανα ελέγχου βάσει της βιβλιογραφικής μορφολογίας φτερών των τάξεων.

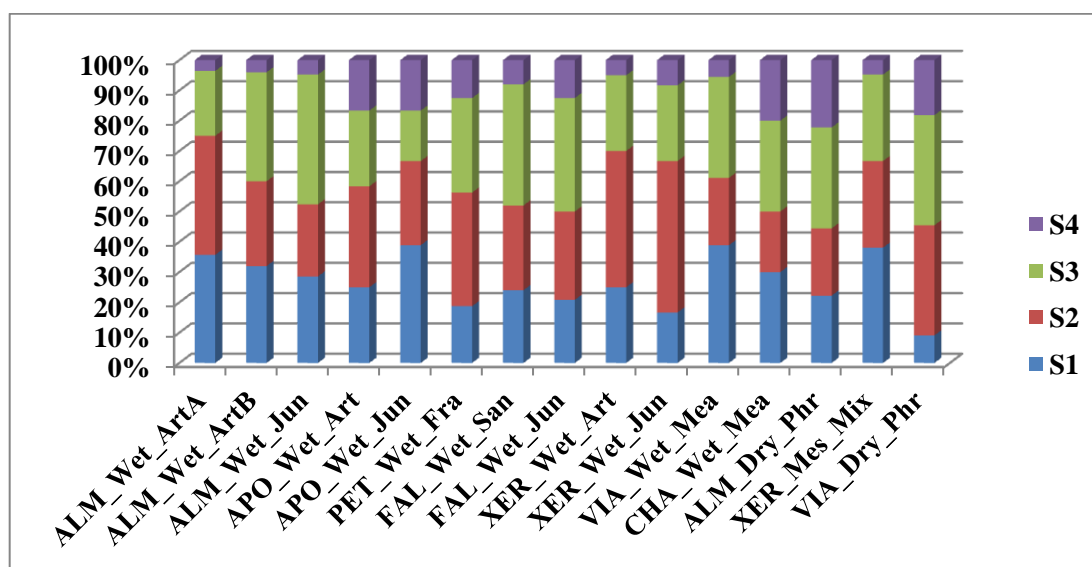
Από τις δύο αυτές αναλύσεις προκύπτουν σημαντικές διαφορές, οι οποίες κυρίως έχουν να κάνουν με την συμπεριφορά των διμορφικών τάξεων στην Κρήτη. Πολλά τάξα με διμορφικό χαρακτήρα φτερών σε άλλες, βορειότερες περιοχές, στα δείγματα της μελέτης μας ήταν μόνο βραχύπτερα ή μόνο μακρόπτερα. Ουσιαστικά, από τα πιο πάνω γραφήματα διακρίνεται η αντικατάσταση των διμορφικών τάξεων κυρίως με μακρόπτερα τάξα. Στους ορεινούς υγροτόπους φαίνεται να υπάρχει σημαντική αύξηση τόσο των βραχύπτερων όσο και των μακρόπτερων τάξεων με ταυτόχρονη μείωση των διμορφικών, ενώ στους παράκτιους υγροτόπους γίνεται η αντικατάσταση των διμορφικών με κυρίως μακρόπτερα τάξα. Οπότε μπορεί να ειπωθεί πως στο νησί της Κρήτης, τα διμορφικά τάξα τείνουν να εμφανίζονται ως μακρόπτερα, παρόλα αυτά, στα βουνά τείνουν να εμφανίζονται και αρκετά ως βραχύπτερα.

### 3.3.3 Σωματικό Μέγεθος

Στις Εικόνες 26 και 27 παρουσιάζουν τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει από τις μετρήσεις του σωματικού μεγέθους των τάξεων της οικογένειας Carabidae ως προς τους δειγματοληπτικούς σταθμούς της μελέτης μας. Στο πρώτο γράφημα διακρίνονται οι κλάσεις μεγέθους με όλους τους σταθμούς, ενώ στο δεύτερο απεικονίζονται οι κλάσεις μεγέθους ως προς τις ομάδες σταθμών.

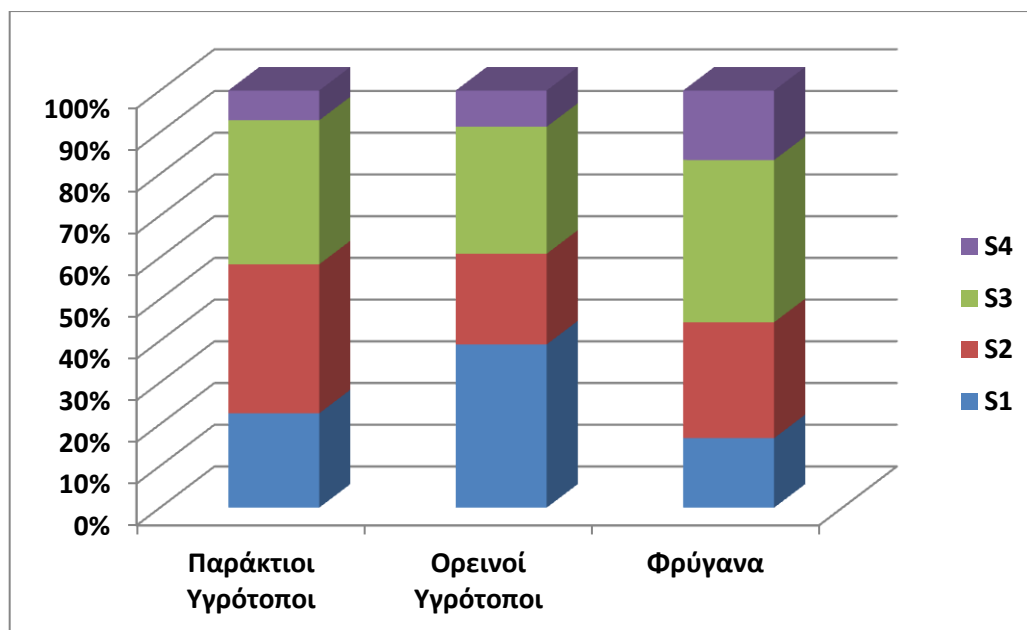
Στην Εικόνα 26, η οποία δίνει την ποσοστιαία αναλογία των κλάσεων μεγέθους ως προς όλους τους σταθμούς, διακρίνεται πως τα μικρά ζώα (S1) είναι

περισσότερα στους 2 ορεινούς υγροτόπους (30,00%-38,89%) και στους σταθμούς "XER\_Mes\_Mix" (38,10%), "APO\_Wet\_Jun" (28,57%) και "ALM\_Wet\_ArtA και B" (35,71%-32,00%). Η δεύτερη κλάση μεγέθους έχει την μεγαλύτερη εκπροσώπηση στους 2 υγροτοπικούς σταθμούς του Ξερόκαμπου με ποσοστά 45% και 50%, ενώ η χαμηλότερη εκπροσώπηση εμφανίζεται στους 2 ορεινούς υγροτόπους με 22,22% και 20%. Τα μεγαλύτερα σε μέγεθος τάξα (S3, S4) κατέχουν τα μεγαλύτερα ποσοστά στους 2 φρυγανικούς σταθμούς ελέγχου (55,55% και 54,54%), στον υγρότοπο Φαλασάρνων (48% και 50%), στον σταθμό "ALM\_Wet\_Jun" (45,62%) και στον σταθμό του Ομαλού Χανίων (50%).



Εικόνα 26: Ραβδόγραμμα που απεικονίζει τα ποσοστά της κάθε κλάσης σωματικού μεγέθους των Carabidae, ως προς τους δειγματοληπτικούς σταθμούς.

Στην Εικόνα 27, όπου παρουσιάζονται οι κλάσεις μεγέθους ως προς τις ομάδες σταθμών, είναι πιο ευδιάκριτες οι διαφορές που υφίστανται ανάμεσα στους ορεινούς και παράκτιους υγροτόπους. Τα μικρά ζώα (κλάσης S1) κυριαρχούν στους ορεινούς υγροτόπους (39,14%), ενώ στους παράκτιους υγροτόπους υπάρχει αισθητή πτώση (22,62%). Η δεύτερη κλάση αυξάνεται σημαντικά στους παράκτιους υγροτόπους (35,71%), ενώ μειώνεται αισθητά στους ορεινούς υγροτόπους (21,74%). Οι υπόλοιπες 2 κλάσεις μεγέθους (S3, S4), φαίνεται να κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα τόσο στους παράκτιους, όσο και στους ορεινούς υγροτόπους. Αντίθετα στους σταθμούς των φρυγάνων, οι 2 μεγάλες κλάσεις κυριαρχούν με το ποσοστό τους μαζί να κυμαίνεται από 54,54% μέχρι 55,55%, ενώ τα μικρά ζώα εμφανίζουν μεγάλη μείωση.



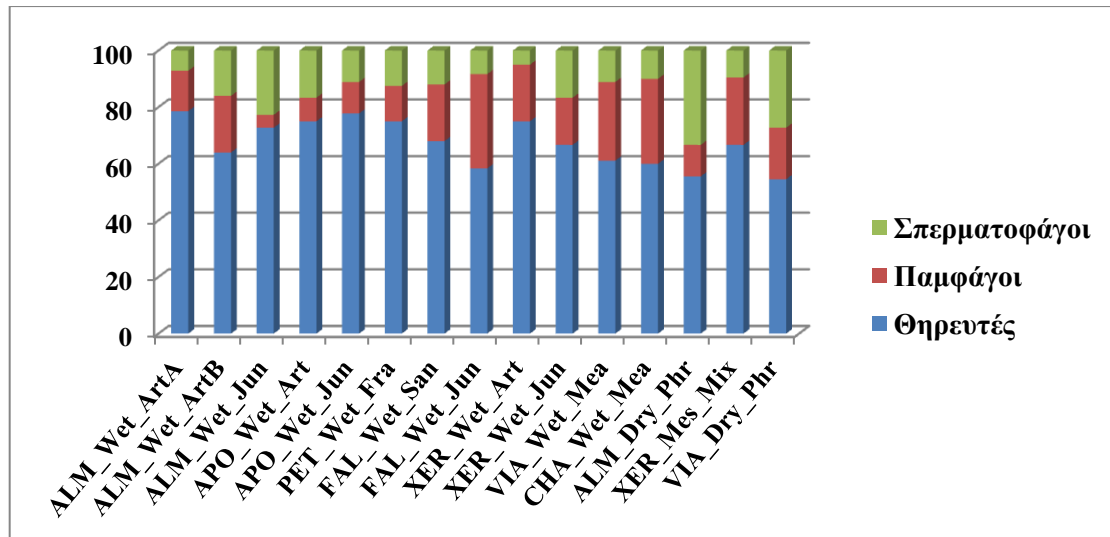
Εικόνα 27: Ραβδόγραμμα που απεικονίζει τα ποσοστά της κάθε κλάσης σωματικού μεγέθους των Carabidae, ως προς τους παράκτιους, ορεινούς υγροτόπους και τα φρύγανα ελέγχου.

Εν κατακλείδι, φαίνεται να υπάρχει επικράτηση των μικρών ζώων στους ορεινούς υγροτόπους, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται σημαντικά το ποσοστό των ζώων της κλάσης S2. Αντίθετα, στους παράκτιους υγροτόπους έχουμε επικράτηση των δύο μεσαίων κλάσεων (S2, S3), ενώ η μικρότερη κλάση παρουσιάζει μείωση και φτάνει το 22,62% των ζώων. Παρόλα αυτά, ο στατιστικός έλεγχος των ποσοστών που καταλαμβάνουν οι 4 κλάσεις μεγέθους δεν έδειξε να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ ορεινών και παράκτιων υγροτόπων. Στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p < 0,05$ ) εμφανίστηκε μόνο στα ποσοστά της κλάσης S4 μεταξύ παράκτιων υγροτόπων και φρυγάνων ελέγχου.

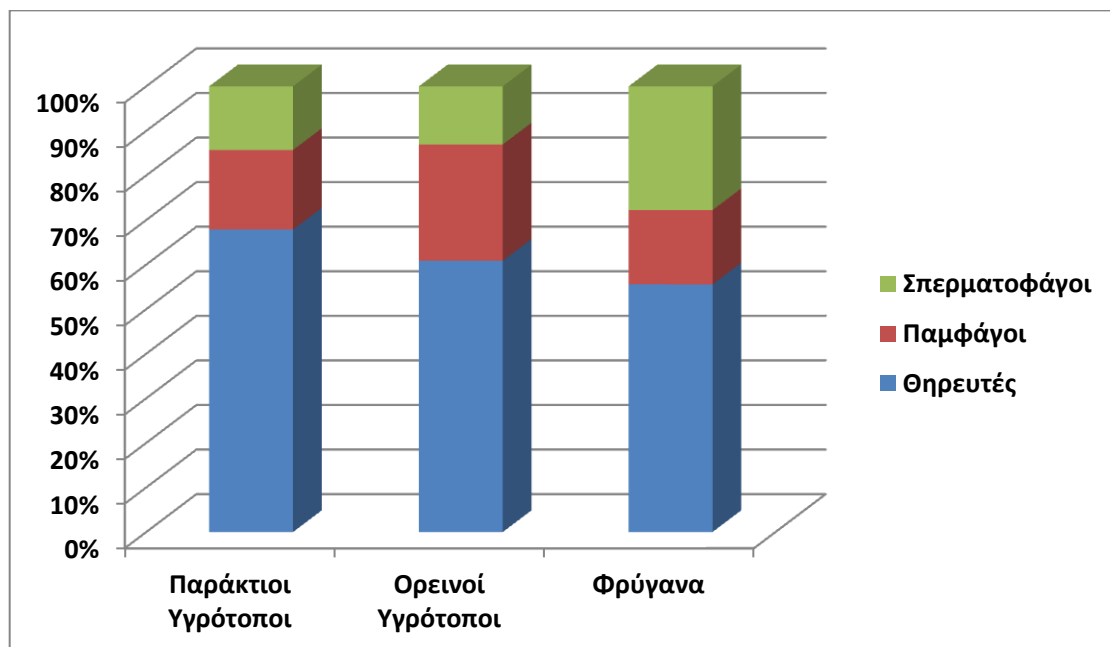
### 3.3.4 Διατροφική Συνήθεια

Για τον έλεγχο των διατροφικών συνηθειών των τάξων, στις Εικόνες 28 και 29 δίνεται η ποσοστιαία αναλογία των θηρευτών, των φυτοφάγων και των παμφάγων στους δειγματοληπτικούς σταθμούς. Σε γενικές γραμμές, διακρίνεται η κυριαρχία των θηρευτών σε όλους τους σταθμούς, ενώ οι φυτοφάγοι και οι παμφάγοι οργανισμοί αντιπροσωπεύονται με σχετικά μικρά ποσοστά. Από το πρώτο γράφημα με τις ποσοστιαίες αναλογίες στους 15 δειγματοληπτικούς σταθμούς διακρίνεται μια αισθητή άνοδος των παμφάγων τάξων στους σταθμούς "FAL\_Wet\_San" (33,33%), "VIA\_Wet\_Mea" (27,78%) και "CHA\_Wet\_Mea" (30%). Όσο αφορά τους θηρευτές, αν και είναι κυρίαρχοι σε όλους τους σταθμούς, φαίνεται να μειώνονται αισθητά στους σταθμούς "FAL\_Wet\_San", "CHA\_Wet\_Mea" και "VIA\_Wet\_Mea". Αντίθετα, οι φρυγανικοί σταθμοί παρουσιάζουν σημαντική αύξηση στα σπερματοφάγα τάξα. Η Εικόνα 29 παριστάνει την ποσοστιαία αναλογία των

θηρευτών, των φυτοφάγων και των παμφάγων τάξων στις 2 ομάδες υγροτοπικών σταθμών (παράκτιοι, ορεινοί). Όπως και στο προηγούμενο γράφημα διακρίνεται η κυριαρχία των θηρευτών τόσο στα παράκτια όσο και στα ορεινά, παρόλα αυτά φαίνεται μια αισθητή αύξηση των παμφάγων ζώων στους ορεινούς υγροτόπους.



Εικόνα 28: Η ποσοστιαία αναλογία των Φυτοφάγων, των Παμφάγων και των Θηρευτών στους δειγματοληπτικούς σταθμούς.



Εικόνα 29: Η ποσοστιαία αναλογία των σπερματοφάγων, των παμφάγων και των θηρευτών στα φρύγανα ελέγχου, στους παράκτιους και στους ορεινούς υγροτόπους.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε t-test για τον έλεγχο των διαφορών στα ποσοστά των θηρευτών, παμφάγων και σπερματοφάγων στους υγροτόπους μελέτης και τα φρύγανα ελέγχου. Τα αποτελέσματα δείχνουν πως μεταξύ των ορεινών και παράκτιων υγροτόπων δεν εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές. Αντίθετα, οι φρυγανικοί σταθμοί ελέγχου εμφανίζουν σημαντικές διαφορές στα ποσοστά των θηρευτών ( $p=0,008$  και  $p=0,018$ ) και σπερματοφάγων ( $p=0,002$  και  $p=0,023$ ) σε σχέση με τους παράκτιους και ορεινούς υγροτόπους μελέτης.



## **ΚΕΦ 4: ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

#### 4.1 Συστηματική

Ένα από τα χαρακτηριστικότερα ευρήματα της παρούσας εργασίας, είναι ο μεγάλος αριθμός συλλεχθέντων τάξων στις 7 περιοχές μελέτης. Αν συλλογιστεί κανείς και την μικρή έκταση που καταλαμβάνουν οι σταθμοί μελέτης τότε γίνεται αντιληπτό πως τα 105 συνολικά συλλεφθέντα τάξα συνιστούν μεγάλο αριθμό, αφού σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Arndt et al. 2011) αυτός ο αριθμός αντιπροσωπεύει περίπου τα 2/5 όλων των τάξων που έχουν αναφερθεί στην Κρήτη.

Βάσει των ευρημάτων της παρούσας μελέτης, έγινε η καταγραφή 17 νέων τάξων για το νησί της Κρήτης. Αν προστεθούν και οι 2 επιβεβαιώσεις ειδών, τότε γίνεται αντιληπτό ότι τα 19 τάξα (18,1% όλων των τάξων που συλλέχτηκαν) συνιστούν για πολύ μεγάλο αριθμό, αν αναλογιστεί κανείς ότι μελετήθηκαν μόλις 7 υγρότοποι μικρού μεγέθους. Άξιο αναφοράς είναι και το γεγονός ότι σχεδόν σε όλες τις περιοχές μελέτης (εξαιρουμένης μόνο της εποχικής λίμνης στον Ομαλό Χανίων) προσδιορίστηκαν τάξα, τα οποία αποτελούν πρώτες αναφορές για το νησί. Από αυτά τα 19 τάξα τα 11 είναι αποκλειστικά υγρόφιλα ή/και αλόφιλα, τα 5 σχετίζονται με την παρουσία νερού, ενώ τα υπόλοιπα 3 είναι ευρυτοπικά τάξα και συναντώνται σε περισσότερους τύπους οικοτόπων. Επίσης, τα 11 τάξα από αυτά έχουν ευρύτερη ζωογεωγραφική εξάπλωση, δηλαδή συναντώνται σε μεγάλο εύρος χωρών (Παλαιαρκτικά, Τουρρανο-ευρωμεσογειακά), ενώ τα υπόλοιπα 8 έχουν μικρότερη ζωογεωγραφική εξάπλωση, αφού από αυτά τα πλείστα είναι ευρωπαϊκά ζώα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι 16 από τις 19 πρώτες αναφορές (και επιβεβαιώσεις ειδών) συλλέχτηκαν σε μόλις μια περιοχή μελέτης. Επίσης, η συλλογή των τάξων αυτών δεν μπορεί να θεωρηθεί τυχαία, αφού η βιοτοπική τους προτίμηση ταυτίζεται με κάποιον ή κάποιους από τους υγροτόπους μελέτης. Παραδείγματος χάριν, το *Agonum viridicupreum* που συλλέχτηκε μόνο στην εποχική λίμνη του Ομαλού Βιάννου, φαίνεται να αρέσκεται κυρίως σε γλυκό νερό, αφού συναντάται συνήθως σε λιβάδια, σε βάλτους και σε λίμνες από το νερό της βροχής (Drees et al. 2011). Επίσης, τα *Clivina ypsilon*, *Scarites procerus eurytus*, *Brachinus psophia*, *Agonum thoreyi*, *Sirdenus grayii*, *Dicheirotichus lacustris*, *Megacephala euphratica* και *Anisodactylus intermedius* θεωρούνται αλόφιλα ή/και υγρόφιλα τάξα και απαντώνται κυρίως σε υγροτόπους.

Εκτός από αυτά, σημαντικό είναι και το γεγονός ότι μόλις 8 τάξα από αυτά που συλλέχτηκαν είναι ενδημικά για το νησί της Κρήτης. Από αυτά, τα 2 είναι ζώα (*Carabus banoni*, *Platyderus jedlickai*) με πολύ μεγάλη εξάπλωση στο νησί και μπορείς να τα συναντήσεις σχεδόν σε όλους τους τύπους οικοτόπων, ενώ 5 τάξα (*Zabrus oertzeni*, *Tapinopterus creticus*, *Tapinopterus stepaneki stepaneki*, *Tapinopterus marani marani* και *Tschitscherinellus cordatus minos*) συναντώνται σε φρύγανα ή/και σε μακία βλάστηση. Το *Bembidion subcostatum creticum* είναι το μόνο ενδημικό τάξον αυτής της μελέτης που θεωρείται υγρόφιλο ζώο και συναντιέται σχεδόν μόνο σε υγροτόπους. Γενικά, μπορεί να ειπωθεί πως οι υγρότοποι, αν και κατέχουν μεγάλο αριθμό ειδών, εντούτοις δεν φαίνεται να εμφανίζουν ιδιαίτερο ενδημισμό, αφού δεν υπάρχουν αποκλειστικά ενδημικά υγρόφιλα τάξα.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα γίνεται αντιληπτό πως αν μελετηθούν ακόμα περισσότεροι αλλά και μεγαλύτεροι υγρότοποι στην Κρήτη, ο αριθμός των νέων τάξεων θα μεγαλώσει ακόμη περισσότερο. Τέτοιοι υγρότοποι θεωρούνται τα έλη και η λίμνη της Γεωργιούπολης και του Κουρνά στο Ρέθυμνο, η λίμνη της Αγιάς στα Χανιά, ο ποταμός Καρτερός στο Ηράκλειο, η εκβολή και κοιλάδα του Γεροποτάμου στη Μεσσαρά, κλπ.

Επίσης, στην παρούσα μελέτη αναδεικνύεται και μια αντίθεση ως προς τη σύνθεση και τον χαρακτήρα των κρητικών Carabidae, σε σχέση με την ίδια πανίδα στους κυρίαρχους τύπους οικοτόπων του νησιού (φρύγανα, μακία). Συγκεκριμένα, στην πιο πρόσφατη μελέτη για τα Carabidae στα φρυγανικά οικοσυστήματα του νησιού, καλύφθηκε ένα πολύ μεγάλο μέρος της Κρήτης (σχεδόν όλη η κεντρική και ανατολική Κρήτη) με 40 δειγματοληπτικούς σταθμούς. Σε αυτή τη μελέτη προσδιορίστηκαν μόλις 42 τάξα Carabidae από συνολικά 19.332 συλληφθέντα άτομα (Kaltsas et al. 2013). Αυτό το γεγονός οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η πανίδα των Carabidae στους κυρίαρχους κρητικούς οικοτόπους είναι σχετικά φτωχή σε είδη.

Συγκρίνοντας τα τάξα αυτής της μελέτης (συμπεριλαμβανομένων των φρυγανικών σταθμών ελέγχου μας) με αυτή των Kaltsas et al. (2013), γίνεται η διαπίστωση πως 20 τάξα συμπίπτουν (Kaltsas et al. 2013). Από αυτά τα 20 τάξα, τα 4 είναι ενδημικά του νησιού (*Carabus banoni*, *Tapinopterus creticus*, *Platyderus jedlickai*, *Zabrus oertzeni*) και είναι σχετικά ευρυτοπικά, αφού συναντώνται σχεδόν σε όλες τις περιοχές και οικοτόπους του νησιού και μάλιστα με μεγάλη αφθονία ατόμων. Από τα υπόλοιπα 16 τάξα, τα 9 (*Calathus fuscipes*, *Calathus mollis*, *Cymindis lineata*, *Amara eurynota*, *Amara aenea*, *Trechus quadristriatus*, *Bembidion lampros*, *Harpalus rufipes*, *Syntomus obscuropustulatus*) είναι ζώα με πιο ευρυτοπικό χαρακτήρα και μπορούν να απαντηθούν σε ένα μεγάλο φάσμα οικοτόπων και περιοχών. Επίσης, 4 από τα 20 τάξα (*Ophonus subquadratus*, *Harpalus tenebrosus*, *Dixus eremita*, *Notiophilus geminatus*) έχουν ως βιοτοπική προτίμηση τις ανοικτές εκτάσεις και περιοχές με αποτέλεσμα να μπορούν να συναντηθούν σε ένα σχετικά μεγάλο εύρος οικοτόπων. Τέλος, τα υπόλοιπα 3 τάξα έχουν υγρόφιλο χαρακτήρα (*Licinus aegyptiacus*, *Nebria testacea*, *Chlaenius festinus*) και για αυτό τον λόγο η αφθονία τους στη μακία βλάστηση και τα φρύγανα ήταν πολύ χαμηλή. Συγκεκριμένα, το *Nebria testacea* συναντάται κοντά σε γλυκά νερά και χιόνια (Arndt et al. 2011), ενώ τα άλλα 2 τάξα απαντώνται σε ευρύ φάσμα τύπων υγροτόπων.

Επιπλέον, οι Kaltsas et al. (2013) βρήκαν 7 ενδημικά είδη στη μελέτη για τη μακία βλάστηση και τα φρύγανα, τα οποία ήταν μεταξύ των 11 πιο άφθονων ειδών της μελέτης. Επίσης, τα ενδημικά είδη εμφανίστηκαν κατά μέσο όρο στους 21 από 40 σταθμούς μελέτης σε αντίθεση με τα υπόλοιπα που εμφανίζονταν κατά μέσο όρο στους 5 σταθμούς (Kaltsas et al. 2013). Στους υγροτόπους μελέτης βρέθηκαν 6 ενδημικά τάξα, από τα οποία μόνο το *Carabus banoni* και το *Platyderus jedlickai* ήταν πολύ κοινά μεταξύ των σταθμών. Αντίθετα τα υπόλοιπα τάξα δεν είναι κοινά στους υγροτόπους μελέτης, αφού τα *Bembidion subcostatum creticum*, *Tschitscherinellus cordatus minos* και *Zabrus oertzeni* εμφανίστηκαν μόνο σε έναν

υγρότοπο και το *Tapinopterus creticus* μόλις σε 2. Το *Carabus banoni* ήταν και το πιο κοινό είδος της μελέτης αφού εμφανίστηκε σε 6 υγροτόπους, ενώ το *Platyderus jedlickai* σε 4. Επίσης, από αυτά τα ενδημικά τάξα, τα 4 εμφάνισαν πολύ μικρό αριθμό ατόμων, ενώ τα *Carabus banoni* και *Bembidion subcostatum creticum* (παρουσία σε έναν σταθμό) κατείχαν σχετικά μεγάλη αφθονία.

Συμπερασματικά, είναι εμφανές πως η σύνθεση των Carabidae στους κρητικούς υγροτόπους είναι πολύ διαφορετική σε σχέση μ' αυτή των γειτονικών ξηροφυτικών οικοσυστημάτων, τα οποία καταλαμβάνουν πέραν του 50% της έκτασης του νησιού (Τριχάς 1996, Καλτσάς 2009, Kaltsas et al. 2013).

Εκτός από τη μακία βλάστηση και τα φρύγανα, ένας άλλος τύπος οικοτόπου που μπορεί να απαντηθεί σε μεγάλες εκτάσεις είναι οι διάφορες καλλιέργειες. Η Charman (2014) παρουσίασε τα αποτελέσματα που βρήκε από τη μελέτη των Carabidae σε διάφορες καλλιέργειες σιταριού, αραβοσιτάλευρου, βαμβακιού και ελιών, στην κεντρική Ελλάδα. Συνολικά επιλέχτηκαν 8 σταθμοί και σε αυτούς βρέθηκαν μόνο 28 είδη Carabidae με τον αριθμό των ειδών να κυμαίνεται από 5 έως 14 σε κάθε σταθμό (Charman 2014). Αν συγκρίνει κανείς αυτούς τους αριθμούς με τα αποτελέσματα της δική μας μελέτης, τότε συμπεραίνεται πως σε σχέση με τις καλλιέργειες, οι υγρότοποι εμφανίζουν πολύ μεγαλύτερο αριθμό ειδών. Επίσης, η Charman βρήκε μόλις ένα είδος με υγροτοπικό χαρακτήρα στις καλλιέργειες, ενώ τα πλείστα ζώα ήταν ευρυτοπικά είδη (Charman 2014).

Οι Austin et al (2011) μελέτησαν τον υγρότοπο στην Αλυκή Λεμεσού της Κύπρου (1300 στρέμματα). Για τη μελέτη αυτή τοποθετήθηκαν 4 κύριοι σταθμοί στο μεγαλύτερο εύρος του υγροτόπου και χρησιμοποιήθηκαν και δεδομένα από την υπόλοιπη περιοχή του υγροτόπου. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής ανέδειξαν την παρουσία 105 ειδών Carabidae στον υγρότοπο της Αλυκής (Austin et al. 2011). Ο αριθμός των ειδών ανά σταθμό κυμαινόταν από 19 έως 70. Επιπλέον, βρέθηκαν μόνο 4 ενδημικά τάξα, από τα οποία μόλις τα 2 είναι υγρόφιλα και αλόφιλα (*Cephalota tibialis muesseleri*, *Daptus acutus*) και επίσης συναντώνται και σε άλλους υγροτόπους του νησιού. Ουσιαστικά, εδώ επίσης τονίζεται ο φτωχός ενδημισμός που παρουσιάζεται σε υγροτοπικά συστήματα, αλλά και ο μεγάλος πλούτος ειδών σ' αυτές τις περιοχές της νοτιοανατολικής Μεσογείου.

Οι Sághy et al. (2005) μελέτησαν ένα υγροτοπικό σύστημα (76.000 στρέμματα) στην Ουγγαρία και το αποτέλεσμα ήταν να βρεθούν συνολικά 127 είδη μέσα σε 10 χρόνια μελέτης (Sághy et al. 2005). Αυτός ο αριθμός ειδών είναι πολύ μεγάλος για έναν υγρότοπο, αφού αντιστοιχεί με το 25% όλων των γνωστών ειδών της Ουγγαρίας.

Συμπερασματικά, μπορεί να ειπωθεί πως οι υγρότοποι είναι πολύ πλούσιοι σε Carabidae αφού φιλοξενούν πολύ μεγάλους αριθμούς ειδών σε σχέση με άλλους τύπους οικοτόπων όπως η μακία, τα φρύγανα και οι καλλιέργειες. Επίσης, η περαιτέρω μελέτη και άλλων κρητικών υγροτόπων πιθανώς να προσθέσει ακόμα

περισσότερα καινούρια τάξα για το νησί. Τέλος, ο ενδημισμός που υπάρχει στους υγροτόπους είναι ιδιαίτερα χαμηλός ακόμα και σε περιοχές με σχετικά ψηλό ενδημισμό στα γειτονικά οικοσυστήματα, όπως συμβαίνει στα απομονωμένα νησιά της Κρήτης και της Κύπρου.

#### 4.2 Σύνθεση Βιοκοινοτήτων και Βιοποικιλότητα

Για την περιγραφή των προτύπων στις βιοκοινότητες των κρητικών υγροτόπων και την εκτίμηση του ανταγωνισμού μεταξύ ειδών χρησιμοποιείται συχνά ο λόγος ειδών προς γένη (Simberloff 1970, Jarvinen 1982, Gotelli and Colwell 2001). Όταν ο λόγος αυτός είναι αρκετά χαμηλός, τότε εκλαμβάνεται ως αποτέλεσμα έντονου ενδογενούς ανταγωνισμού, ο οποίος εμποδίζει τη συνύπαρξη των ειδών (Elton 1946). Ως εκ τούτου, γίνεται η υπόθεση πως ο λόγος αυτός συνήθως είναι χαμηλότερος στα νησιά σε σχέση με τις βιοκοινότητες στην ενδοχώρα (Elton 1946).

Στη μελέτη αυτή, ο λόγος είδη προς γένη κυμαίνεται από 1,00 έως 1,39 με μέσο όρο στους υγροτοπικούς σταθμούς το 1,239 και τυπική απόκλιση το 0,1. Σε γενικές γραμμές, οι τιμές που προέκυψαν στους υγροτοπικούς σταθμούς είναι μεγαλύτερες από τις τιμές στα φρύγανα (σταθμοί ελέγχου), παρόλα αυτά είναι σχετικά χαμηλές για τα Carabidae που θεωρούνται πλούσια σε είδη στους υγροτόπους (Niemelä et al. 2000, Fattorini and Vigna-Taglianti 2002), δηλαδή κάθε γένος της οικογένειας μπορεί να εκπροσωπείται σε έναν οικοτόπο/ενδιαίτημα με πολλαπλά είδη και ως εκ τούτου ο λόγος είδη/γένη θα είναι συνήθως μεγάλος. Οι υγρότοποι μελέτης κατέχουν τιμές ψηλότερες από τον λόγο που προέκυψε από τη μελέτη των Kaltsas et al. (2013) σε μακία και φρυγανική βλάστηση. Συγκεκριμένα, ο μέσος όρος των λόγων που βρήκαν ήταν 1,07 και θεωρείται πάρα πολύ χαμηλός.

Συμπερασματικά, η πανίδα των Carabidae στους υγροτόπους της Κρήτης είναι σημαντικά πλουσιότερη από την πανίδα των φρυγάνων και της μακίας βλάστησης. Επίσης, αν και τα Carabidae θεωρούνται πλούσια σε είδη, εντούτοις φαίνεται να μειώνεται σημαντικά ο αριθμός των ειδών ανά γένος, πράγμα που πιθανώς να οφείλεται στον έντονο ανταγωνισμό που προκύπτει μεταξύ των ειδών σε νησιά όπως η Κρήτη (Elton 1946). Σε ηπειρωτικές περιοχές και υγροτόπους, ο λόγος είδη/γένη είναι αρκετά ψηλότερος και αυτό υποστηρίζεται από 2 μελέτες για τη βιοποικιλότητα των Carabidae σε 2 υγροτοπικά συστήματα, το ένα ηπειρωτικό και το άλλο νησιώτικο. Η μελέτη των Liebherr & Song (2002) σε ένα υγροτοπικό σύστημα στη Νέα Υόρκη (ηπειρωτική περιοχή) ανέδειξε μεγαλύτερη τιμή λόγου είδη/γένη σε σχέση με τους κρητικούς υγροτόπους στη μελέτη αυτή. Συγκεκριμένα, η τιμή του λόγου έφτασε το 2,37 σε σταθμό στο βάλτο του συστήματος, ενώ ο σταθμός στο τέλμα του υγροτοπικού συστήματος είχε τιμή 2 (Liebherr and Song 2002). Αντίθετα με την προηγούμενη μελέτη, ο νησιωτικός υγρότοπος της Αλυκής στην Λεμεσό είχε λόγο είδη/γένη ίσο με 1,78 (Austin et al. 2011). Αντιληπτό λοιπόν πως οι νησιωτικοί πληθυσμοί των Carabidae έχουν μειωμένους αριθμούς ειδών ανά γένος σε σχέση με τους ηπειρωτικούς πληθυσμούς.

Επίσης, άλλο ένα σημαντικό αποτέλεσμα για τη σύνθεση των βιοκοινοτήτων είναι η παρουσία αρκετών τάξεων που αντιπροσωπεύονται από ένα μόνο άτομο και η παρουσία ελάχιστων κοινών τάξεων. Συγκεκριμένα παρουσιάστηκαν 17 τάξα με μόνο ένα άτομο, ενώ τα πιο κοινά τάξα ήταν τα *Carabus banoni* (13/15), *Agonum marginatum* (8/15), *Calathus mollis* (8/15), *Dyschirius apicalis* (8/15), *Microlestes corticalis* (8/15), *Pogonus chalceus* (7/15) και *Bembidion tethys* (7/15). Το *Carabus banoni* που είναι το πιο κοινό είδος στους σταθμούς είναι ένα ζώο το οποίο εμφανίζεται σε μεγάλους αριθμούς σχεδόν σε όλο το νησί και δεν παρουσιάζει συσχέτιση με τη παρουσία νερού. Στη μελέτη των Kaltsas et al. (2013), το ζώο συγκαταλεγόταν στα πολυπληθέστερα είδη, ενώ στη μελέτη μας, αν και εμφανίστηκε σχεδόν σε όλους τους υγροτόπους, ο αριθμός των ατόμων του ήταν χαμηλός.

Από τα 17 τάξα από τα οποία βρέθηκε μόνο ένα άτομο, τα 5 (*Agonum thoreyi*, *Amara apricaria*, *Anisodactylus intermedius*, *Ophonus puncticollis* και *Sirdenus grayii*) αποτελούν πρώτες αναφορές για το νησί, ενώ 7 θεωρούνται υγρόφιλα ή μεσόφιλα. Συγκεκριμένα, από τις 5 πρώτες αναφορές, τα *Agonum thoreyi*, *Anisodactylus intermedius* και *Sirdenus grayii* είναι υγρόφιλα ή/και αλόφιλα τάξα και απαντώνται μόνο σε υγροτόπους. Το *Sirdenus grayii* θεωρείται πολύ σπάνιο είδος όντας κρυπτικό και η συλλογή του είναι τυχαία (Matalin and Makarov 2008), ενώ το *Agonum thoreyi* απαντάται σε υγρές περιοχές με χαρακτηριστική βλάστηση τα καλάμια (Arndt et al. 2011) και για αυτό τον λόγο συλλέχτηκε μόνο στον υγρότοπο του Πετρέ, όπου είχαν τοποθετηθεί παγίδες δίπλα σε καλαμιώνες. Συμπερασματικά, μπορεί να ειπωθεί πως οι κρητικοί υγρότοποι φιλοξενούν αρκετά σπάνια είδη Carabidae, εξ' ου και η ύπαρξη των προαναφερθέντων τάξεων.

Ένα σημαντικό εύρημα είναι και η ύπαρξη 55 τάξεων με παρουσία μόνο σε έναν υγρότοπο, πράγμα που δείχνει την μικρή σχέση που έχουν μεταξύ τους οι υγρότοποι του νησιού. Το 66,66% των τάξεων που βρέθηκαν στη μελέτη μας εμφανίστηκαν σε ένα ή δύο σταθμούς (από τους 15), πράγμα που τονίζει επίσης την διαφορετικότητα και την μοναδικότητα των βιοκοινοτήτων των σταθμών. Επίσης, με τις καμπύλες αφθονίες (rank abundance curves) δείχθηκε ότι σε γενικές γραμμές επικρατεί χαμηλότερη κυριαρχία ειδών στους κρητικούς υγροτόπους απ' ό,τι γενικότερα στα φρύγανα της Κρήτης (μετά από συγκρίσεις σε 40 φρυγανικούς βιοτόπους των Kaltsas et al. 2013), όπου παρατηρούνται ελάχιστα είδη με πολύ μεγάλο αριθμό ατόμων (*C. banoni*, *T. creticus*, *C. lineata*). Στη μελέτη μας εμφανίστηκε μεγαλύτερη κυριαρχία ειδών στον Ομαλό Βιάννου, στον υγρότοπο Φαλασάρνων και στην εκβολή του Πετρέ, λόγω της παρουσίας ενός είδους με πολύ μεγάλο αριθμό ατόμων.

Η ανάλυση του πλούτου ειδών ανέδειξε σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των δειγματοληπτικών σταθμών. Συγκεκριμένα, ο μεγαλύτερος πλούτος ειδών εμφανίζεται στον Αλμυρό ποταμό και στον υγρότοπο Φαλασάρνων, ενώ ο χαμηλότερος πλούτος ειδών εμφανίζεται στους ορεινούς και φρυγανικούς δειγματοληπτικούς σταθμούς. Βάσει λοιπόν των τιμών του πλούτου ειδών μεταξύ των σταθμών, προκύπτει ότι οι σταθμοί στους ορεινούς υγροτόπους παρουσιάζουν



μικρότερο αριθμό ειδών σε σύγκριση με τους παράκτιους, ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζουν παρόμοιο πλούτο ειδών με τους φρυγανικούς σταθμούς. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην ύπαρξη κυρίαρχων τάξων, όπως για παράδειγμα τα τάξα *Agonum viridicupreum* και *Poecilus cupreus* στον υγρότοπο του Ομαλού Βιάννου, τα οποία κατέχουν το 78% περίπου του συνολικού αριθμού ατόμων στον υγρότοπο αυτό. Γενικά, μπορεί να ειπωθεί ότι οι ορεινοί υγρότοποι έχουν περισσότερες ομοιότητες με τα φρύγανα του νησιού παρά με τους παράκτιους υγροτόπους.

Για την εκτίμηση της βιοποικιλότητας των σταθμών χρησιμοποιήθηκαν οι τρεις ευρέως διαδεδομένοι δείκτες Shannon, Fisher's  $\alpha$  και Simpson. Ο δείκτης Shannon δίνει έμφαση στον πλούτο ειδών και την κανονικότητα στις αφθονίες των τάξων, ενώ ο Simpson είναι ευαίσθητος σε αλλαγές των κυρίαρχων τάξων στις βιοκοινότητες (Magurran 2004). Ο δείκτης του Fisher δεν επηρεάζεται υπερβολικά από το μέγεθος του δείγματος και επηρεάζεται λιγότερο από τις αφθονίες των κυρίαρχων ειδών (Magurran 2004). Ως εκ τούτου, ο καταλληλότερος δείκτης για τα δεδομένα της παρούσας μελέτης είναι ο δείκτης του Fisher, ενώ ταυτόχρονα χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης του Shannon για συγκρίσεις με άλλες μελέτες.

Ο δείκτης Fisher's  $\alpha$  σε γενικές γραμμές δείχνει μεγαλύτερες ποικιλότητες στους παράκτιους υγροτόπους σε σχέση με τους ορεινούς, ενώ οι ορεινοί υγρότοποι εμφανίζουν παρόμοιες τιμές με τους φρυγανικούς σταθμούς ελέγχου. Συγκεκριμένα, ο Αλμυρός ποταμός εμφανίζει τη μεγαλύτερη ποικιλότητα από όλους τους παράκτιους υγροτόπους, ενώ η εκβολή του Πετρέ τη χαμηλότερη. Αποδίδουμε δε τις διαφορές αυτές τόσο στη μεγαλύτερη ποικιλομορφία των επιμέρους ενδιαιτημάτων στους παράκτιους υγροτόπους (σε σχέση με τους ορεινούς που είναι πολύ ομοιομορφοί, υγρά λιβάδια κατ' ουσία), όσο και στις πιθανές οδούς εποίκισης των οικοσυστημάτων αυτών. Η απομόνωση των ορεινών περιοχών σαφώς δρα ως φίλτρο στον εμπλουτισμό της πανίδας αυτής. Τέλος, οι ιδιαίτερα ψηλές τιμές στον υγρότοπο του Αλμυρού (σε σχέση με τους γειτονικούς παράκτιους υγροτόπους) θα μπορούσαν να σχετίζονται και με την ιστορία της περιοχής: υπάρχουν πολλές ενδείξεις πως το συγκεκριμένο υγροτοπικό σύστημα σήμερα, είναι αποτέλεσμα συρρίκνωσης ενός πολύ μεγαλύτερου υγροτόπου στο παρελθόν.

Οι μεγαλύτερες τιμές στο δείκτη ποικιλότητας Fisher παρατηρούνται στους 3 υγροτοπικούς σταθμούς του Αλμυρού ποταμού (11,43-19,9), ενώ οι μικρότερες στον Ομαλό Χανίων (2,737) και στην εποχική λίμνη του Ομαλού Βιάννου (2,743). Οι ψηλές τιμές στον Αλμυρό ποταμό οφείλονται στη μεγάλη ομοιογένεια των ατόμων μεταξύ των τάξων, αλλά και τον σχετικά μεγάλο αριθμό τάξων που έχουν συλλεχτεί στους δειγματοληπτικούς σταθμούς. Αντίθετα στην εποχική λίμνη στον Ομαλό Βιάννου παρατηρείται πολύ έντονη κυριαρχία 2 τάξων (*Agonum viridicupreum*, *Poecilus cupreus*) και μαζί με τον σχετικά μικρό αριθμό τάξων οδηγεί στην πολύ μειωμένη τιμή ποικιλότητας. Συμπερασματικά μπορεί να ειπωθεί πως η ποικιλότητα στους παράκτιους υγροτόπους είναι ψηλότερη (διπλάσιες ή και πολλαπλάσιες τιμές στο δείκτη Fisher) σε σχέση με τους ορεινούς υγροτόπους.

Σε σχέση με τα υπόλοιπα φρυγανικά (και γειτνιάζοντα) οικοσυστήματα και συγκρίνοντας τις τιμές των δεικτών της μελέτης μας με τις τιμές που βρέθηκαν στην μελέτη των Kaltsas et al. (2013) εξάγεται το συμπέρασμα ότι οι υγρότοποι σαφέστατα υπερέχουν σε πλούτο ειδών αλλά και ποικιλότητα, σε σχέση με τη μακία και φρυγανική βλάστηση στην Κρήτη. Στη μελέτη των Kaltsas et al. (2013) οι τιμές του δείκτη Shannon κυμαίνονταν περίπου από 0,8 έως 1,5 ενώ οι τιμές του Simpson από περίπου 0,4 έως 0,6 (Kaltsas et al. 2013). Αντίθετα, στους κρητικούς υγροτόπους μελέτης, οι τιμές του δείκτη Shannon κυμαίνονταν από 1,372 έως 3,088 και οι τιμές του δείκτη Simpson από 0,051 έως 0,41.

Στη συνέχεια έγινε η χρήση του δείκτη ανομοιότητας του Sørensen για τον έλεγχο της ομοιότητας μεταξύ των σταθμών δειγματοληψίας. Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται για να δειχθεί το "turnover" των ειδών μεταξύ σταθμών (Magurran 2004, Maveety et al. 2013). Σε γενικές γραμμές τα αποτελέσματα δείχνουν μεγάλα ποσοστά ανομοιότητας μεταξύ των σταθμών μελέτης, με τα πλείστα ποσοστά να ξεπερνούν το 75%, ενώ οι μικρότερες ανομοιότητες εμφανίζονται μόνο μεταξύ σταθμών του ίδιου υγροτόπου μελέτης. Επίσης, σχετικά μικρή ανομοιότητα υπάρχει μεταξύ εκβολής Αποσελέμη και Αλμυρού ποταμού, ενώ η εκβολή του Πετρέ εμφανίζει μεγάλη ανομοιότητα σχεδόν με όλους τους υγροτόπους μελέτης. Αυτό τονίζει τη διαφορετική σύνθεση ειδών, τη μοναδικότητα των πληθυσμών και προφανώς τον μικρό αριθμό κοινών ειδών.

Όσο αφορά την πανιδική ομοιότητα των δειγματοληπτικών σταθμών, αυτή ελέγχθηκε με την ανάλυση της ομοιότητας (Cluster) και τις αναλύσεις ANOSIM και SIMPER. Καταρχάς, εφαρμόστηκε ανάλυση ομαδοποίησης χρησιμοποιώντας τους δείκτες Jaccard και Bray-Curtis. Το δενδρόγραμμα του δείκτη Jaccard διαχώρισε τους σταθμούς σε 3 κύριες ομάδες, οι οποίες αποτελούνται η μεν πρώτη από τους παράκτιους υγροτοπικούς σταθμούς, η δεύτερη από τους ορεινούς και φρυγανικούς σταθμούς, ενώ η τρίτη ομάδα αποτελείται από τον σταθμό στον Πετρέ. Από τους παράκτιους διακρίνεται πως η μεγαλύτερη ομοιότητα αφορά στον Αλμυρό ποταμό και στην Εκβολή του Αποσελέμη. Επιπλέον, η ομάδα του Αλμυρού και του Αποσελέμη φαίνεται να είναι πιο όμοια με τους σταθμούς στον Ξερόκαμπο παρά με τους σταθμούς στα Φαλάσαρνα. Ο σταθμός ελέγχου στον Ξερόκαμπο, αν και συμπεριλαμβάνει στοιχεία φρυγανικά (εν μέρει η βλάστηση έχει και φρυγανικά είδη), εντούτοις συγκαταλέγεται μαζί με τους 2 υγροτοπικούς σταθμούς της περιοχής.

Η ανάλυση ομαδοποίησης με τη χρήση του δείκτη Bray-Curtis διαχώρισε τους σταθμούς σε 3 ομάδες. Οι ομάδες αυτές αποτελούνται από τους ορεινούς σταθμούς, τους παράκτιους σταθμούς και την εκβολή του Πετρέ που λειτουργεί ως εξωομάδα. Η μεγαλύτερη ομοιότητα στους παράκτιους σταθμούς εμφανίζεται μεταξύ των σταθμών του Αλμυρού και του Αποσελέμη. Σημαντικό επίσης, το γεγονός πως οι σταθμοί του Αλμυρού και του Αποσελέμη (κεντρικοί παράκτιοι υγρότοποι) εμφανίζουν μεγαλύτερη ομοιότητα με τους σταθμούς στην Αλατσολίμνη του Ξερόκαμπου (ανατολικά) παρά τους σταθμούς στον υγρότοπο των Φαλασάρνων (δυτικά). Οι διαφορετικοί τύποι βλάστησης σε έναν υγρότοπο δεν παίζουν σημαντικό ρόλο αφού

δεν γίνεται ομαδοποίηση των σταθμών με αρμυρήθρες ("Art") ή των σταθμών με βούρλα ("Jun").

Όσον αφορά στους ορεινούς υγροτόπους, βλέπουμε πως ομαδοποιούνται μαζί με τους 2 φρυγανικούς σταθμούς και αυτό οφείλεται στο γεγονός πως και στους 2 αυτούς υγροτόπους έχουμε παρουσίες αρκετών φρυγανικών ειδών. Τέλος, ο σταθμός στον Πετρέ λειτουργεί ως «εξωομάδα» αφού η ανάλυση της ομαδοποίησης τον χωρίζει από όλους τους υπόλοιπους σταθμούς. Αυτό οφείλεται στη μοναδική του σύνθεση από τάξα, αφού πολλά από αυτά δεν εμφανίστηκαν σε κανέναν άλλο σταθμό. Σε αυτά τα τάξα ανήκουν τα *Agonum thoreyi*, *Bembidion subcostatum creticum*, *Parophonus hirsutulus* και *Tachyura haemorrhoidalis*. Το *Agonum thoreyi* είναι γνωστό για την προτίμηση που έχει σε οικοτόπους με την βλάστηση να χαρακτηρίζεται από φυτά των γενών *Phragmites*, *Typha* και *Iris* (Lindroth 1992, Arndt et al. 2011). Ως εκ τούτου ο σταθμός στον υγρότοπο του Πετρέ είναι ο μόνος από τη μελέτη αυτή που θα μπορούσε να φιλοξενήσει αυτό το είδος. Επίσης, το ενδημικό υποείδος *Bembidion subcostatum creticum* έχει συλλεχτεί σε μεγάλους αριθμούς και είναι το μόνο ενδημικό τάξον στη μελέτη αυτή που φαίνεται να αρέσκεται σε υγρούς οικοτόπους.

Μετάπειτα, στις αναλύσεις ANOSIM και SIMPER διαφάνηκαν καλύτερα οι παράγοντες που φαίνεται να συμβάλλουν στην πιο πάνω διαφοροποίηση των σταθμών από την ανάλυση ομαδοποίησης. Είχαν ελεγχτεί ο τύπος βλάστησης, ο τύπος εδάφους, η διάρκεια υδατοκάλυψης σε μήνες, το υψόμετρο, η έκταση του σταθμού και η γεωγραφική θέση. Σύμφωνα λοιπόν με την ανάλυση ομοιοτήτων (ANOSIM) οι σημαντικότεροι παράγοντες είναι η γεωγραφική θέση και το υψόμετρο. Όσο αφορά τη γεωγραφική θέση, σύμφωνα με τις τιμές του R, υπάρχει μεγάλη ομοιότητα του Αλμυρού (R κοντά στο 0) με τον Αποσελέμη και μεταξύ των 2 Ομαλών στα Λευκά Όρη και στη Βιάννο της Δίκτης. Αντίθετα φαίνεται να υπάρχει μεγάλη ανομοιότητα (R κοντά στο 1) μεταξύ του Πετρέ και όλων των υπολοίπων, καθώς επίσης και μεταξύ των 2 Ομαλών με τις υπόλοιπες παράκτιες περιοχές. Σύμφωνα με τη SIMPER, το ενδημικό υποείδος *Bembidion subcostatum creticum* παρουσιάζει τη μεγαλύτερη συνεισφορά στις διαφορές του Πετρέ με τους υπόλοιπους υγροτόπους. Τα είδη *Agonum viridicupreum* και *Harpalus distinguendus* είναι αυτά με τις μεγαλύτερες συνεισφορές στις διαφορές των 2 ορεινών με τους παράκτιους υγροτόπους.

Ο παράγοντας υψόμετρο έχει στατιστικά σημαντική επιρροή με τους παράκτιους και ορεινούς σταθμούς να εμφανίζουν μεταξύ τους ανομοιότητα ύψους κοντά στο 90% και τα είδη *Carabus banoni*, *Calathus mollis* και *Pogonus chalceus* να συνεισφέρουν το 35% της ανομοιότητας αυτής.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε Non-metric Multidimensional Scaling (NMDS) για να αναδειχθεί καλύτερα ο διαχωρισμός μεταξύ των δειγματοληπτικών σταθμών. Στο γράφημα του NMDS διαχωρίζονται σε μια ομάδα οι ορεινοί σταθμοί, σε άλλη ομάδα οι υγροτοπικοί σταθμοί του Ξερόκαμπου, στην τρίτη κύρια ομάδα οι

σταθμοί του Αλμυρού, του Αποσελέμη και ο σταθμός ελέγχου του Ξερόκαμπου και στην τέταρτη ομάδα ομαδοποιούνται οι σταθμοί των Φαλασάρνων και ο σταθμός του Αλμυρού με βούρλα. Επιπλέον, ξεχωρίζει και η απομονωμένη θέση της εκβολής του Πετρέ. Ο διαχωρισμός αυτός, φαίνεται να συμπίπτει σε πολύ μεγάλο βαθμό με το υψόμετρο και τη γεωγραφική θέση των σταθμών. Ουσιαστικά οι ορεινοί σταθμοί ομαδοποιούνται και χωρίζονται από όλους τους παράκτιους σταθμούς. Από τους παράκτιους σταθμούς φαίνεται να ομαδοποιούνται οι υγρότοποι στον Αλμυρό και στον Αποσελέμη, ενώ οι υγρότοποι στα Φαλάσαρνα και στον Πετρέ απομονώνονται.

### 4.3 Βιογεωγραφία και Βιοτοπική προτίμηση

Για να αναδειχθεί ο βιογεωγραφικός χαρακτήρας των κρητικών υγροτόπων, πραγματοποιήθηκε ανάλυση των προτύπων κατανομής βάσει του χωροτύπου κάθε είδους Carabidae. Για τον προσδιορισμό των χωροτύπων χρησιμοποιήθηκαν οι χωρότυποι των ειδών όπως απαντώνται στη διεθνή βιβλιογραφία, ενώ όπου χρειαζόταν, έγιναν ενημερώσεις σε συνδυασμό με τις σημερινές γνωστές κατανομές τους. Για τα περισσότερα τάξα χρησιμοποιήθηκε η κατανομή που περιγράφεται από τους Löbl και Smetana (2003), ενώ για τους περισσότερους χωρότυπους ακολουθήθηκε η εργασία των Taglianti et al. (1999). Για την περαιτέρω ανάλυση οι χωρότυποι απλοποιήθηκαν σε ευρύτερες ζωογεωγραφικές ομάδες βάσει των Fattorini και Vigna-Taglianti (2002) για ευκολότερη χρήση και κατανόηση των αποτελεσμάτων.

Από την ανάλυση των χωροτύπων σε γραφήματα, εξάγεται το αποτέλεσμα της υπεροχής των ευρέως διαδεδομένων ειδών στους υγροτόπους, αφού τόσο στους παράκτιους όσο και στους ορεινούς σχεδόν το 80% των ειδών έχουν ευρύτερη ζωογεωγραφική εξάπλωση (κοσμοπολιτικά, αφροτροπικά, παλαιαρκτικά, ευρωπαϊκά). Αναλυτικότερα το μεγαλύτερο ποσοστό των ειδών είναι παλαιαρκτικά, ενώ εμφανίζεται και μεγάλος αριθμός ευρωπαϊκών. Συγκεκριμένα, η μέγιστη παρουσία παλαιαρκτικών παρουσιάστηκε στον υγρότοπο των Φαλασάρνων, ενώ τα ευρωπαϊκά αυξάνονται σημαντικά στην Αλατσολίμνη του Ξερόκαμπου και στον Αποσελέμη. Επιπλέον, αξίζει να αναφερθεί πως τα ενδημικά είδη κατέχουν πολύ χαμηλό ποσοστό στους υγροτόπους, ενώ σημαντικό είναι πως τα ενδημικά αυξάνονται στον Πετρέ και στους ορεινούς υγροτόπους, σε σχέση με τους υπόλοιπους παράκτιους.

Τα πιο πάνω όμως δεν συμβαίνουν στα φρύγανα του νησιού, που είναι το κυρίαρχο κρητικό οικοσύστημα. Τόσο στους σταθμούς ελέγχου όσο και στην μελέτη των Kaltsas et al. (2013), τα φρύγανα φιλοξενούν περισσότερα είδη με μικρότερες γεωγραφικές εξαπλώσεις (μεσογειακά, ενδημικά). Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τους Kaltsas et al. (2013) το 48% των ειδών αποτελούνταν από μεσογειακά και ενδημικά, σε αντίθεση με τους υγροτόπους της μελέτης μας όπου το αντίστοιχο ποσοστό μόλις φθάνει το 20%. Επίσης, στα φρύγανα υπάρχει μεγάλο ποσοστό ενδημισμού (20%) (Kaltsas et al. 2013), ενώ η παρουσία ενδημισμού στη μελέτη μας έφτανε το 6%

στους παράκτιους και το 13% στους ορεινούς υγροτόπους. Αξίζει επίσης να αναφερθεί πως ο σταθμός ελέγχου του Αλμυρού είναι πάρα πολύ όμοιος με τους σταθμούς δειγματοληψιών των Kaltsas et al (2013) σε ότι αφορά τις ζωογεωγραφικές εξαπλώσεις, ενώ ο σταθμός ελέγχου του Ομαλού Βιάννου φαίνεται να κυριαρχείται ακόμη περισσότερο με ζώα στενής γεωγραφικής εξάπλωσης (64%).

Όσον αφορά στον έλεγχο της βιοτοπικής προτίμησης των ειδών, πραγματοποιήθηκαν διάφορα γραφήματα, με τα αρχικά να αφορούν τον διαχωρισμό των τάξεων σε στενοτοπικά, ολιγοτοπικά και ευρυτοπικά. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν την κυριαρχία των στενοτοπικών ειδών στους παράκτιους υγροτοπικούς σταθμούς με το ποσοστό να κυμαίνεται από 40% έως 75%. Συγκεκριμένα, τα μεγαλύτερα ποσοστά στενοτοπικών ειδών εμφανίζονται στους σταθμούς του υγροτόπου Φαλασάρνων και της Αλατσολίμνης Ξερόκαμπου. Στους ορεινούς σταθμούς υπάρχει μεγάλη μείωση των στενοτοπικών με ταυτόχρονη αύξηση των ολιγοτοπικών και ευρυτοπικών τάξεων. Επιπλέον, τόσο στην μελέτη των Kaltsas et al. (2013) στη μακία βλάστηση και στα φρύγανα της Κρήτης όσο και στους σταθμούς ελέγχου των φρυγάνων της μελέτης μας, υπάρχει αισθητή υπεροχή των ολιγοτοπικών και ευρυτοπικών τάξεων. Όλα τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν πως τα είδη των υγροτόπων (και ιδιαίτερα στις εκβολές) διατηρούν ροές εποίκησης και ανατροφοδότησης μόνο μεταξύ γειτονικών υγροτόπων, εφόσον οι φρυγανικές ή άλλες εκτάσεις ενδιάμεσα, θεωρητικά θα έπρεπε να δρουν φιλτράροντας αρνητικά την πληθώρα των στενοτοπικών τάξεων. Η απομόνωση των ορεινών υγροτόπων, σύμφωνα με το αμέσως προηγούμενο σκεπτικό θα έπρεπε να δρα έτσι ούτως ώστε τα στενοτοπικά είδη να είναι λιγότερα στα ορεινά υγρά λιβάδια, γεγονός που επιβεβαιώθηκε στην παρούσα μελέτη.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από αυτήν την ανάλυση των υγρόφιλων και αλόφιλων ειδών θεωρούνται αναμενόμενα. Διακρίνεται η υπεροχή των υγρόφιλων και μεσόφιλων στους παράκτιους υγροτοπικούς σταθμούς, σε αντίθεση με τους ορεινούς όπου υπάρχει αύξηση των ξηρόφιλων ζώων. Τα υγρόφιλα τάξα έχουν μεγαλύτερα ποσοστά στον υγρότοπο Φαλασάρνων, στην εκβολή του Πετρέ και στον Αποσελέμη. Τα μεσόφιλα μεγιστοποιούνται σε ποσοστό στους 3 υγροτοπικούς σταθμούς του Αλμυρού, καθώς επίσης και στους 2 του Ξερόκαμπου, ενώ αντίθετα, τα ξηρόφιλα ζώα κυριαρχούν στους ορεινούς σταθμούς. Οι σταθμοί ελέγχου στα φρύγανα δείχνουν τα αναμενόμενα αποτελέσματα, τα οποία είναι η απόλυτη κυριαρχία των ξηρόφιλων ζώων.

Αντίστοιχα ήταν και τα αποτελέσματα στα ποσοστά των αλόφιλων ειδών σε κάθε σταθμό. Στους παράκτιους υγροτόπους όπου κυριαρχούν υψηλά επίπεδα αλατότητας, βρίσκουμε αλόφιλα κυρίως τάξα σε αντίθεση με τα βουνά και τα φρύγανα όπου εμφανίζονται ελάχιστα ή καθόλου αλόφιλα. Άξιο αναφοράς το γεγονός πως τα ζώα με περισσότερο έντονο αλόφιλο χαρακτήρα εμφανίζονται στον Αλμυρό ποταμό, ενώ τα ζώα με χαμηλότερη αλοφιλία κυριαρχούν στον Πετρέ, στα Φαλάσαρνα, ακόμη και στην Αλατσολίμνη του Ξερόκαμπου, όπου η αλατότητα ήταν στο μέγιστο (χρησιμοποιείται και ως αλυκή).

Όλα αυτά τα αποτελέσματα μπορούν να εξηγηθούν μέσω της ιστορίας και της οικολογίας των ζώων αυτών. Τα Carabidae είναι γενικά μεσόφιλοι οργανισμοί, θεωρούνται ως "cold adapted species" και απαντώνται κυρίως σε υγρά οικοσυστήματα και ανοικτές περιοχές (Fattorini and Vigna-Taglianti 2002). Ως εκ τούτου, η πανίδα των ζώων αυτών σε υγροτόπους αναμένεται να είναι αρκετά πλούσια (όπως δείχτηκε και στη μελέτη αυτή) και το μεγαλύτερο ποσοστό των ζώων αναμένεται να είναι υγρόφιλα ή/και μεσόφιλα, ενώ αντίθετα σε ξηρές περιοχές αναμένονται λίγα και εξειδικευμένα τάξα (Fattorini and Vigna-Taglianti 2002).

Έτσι, η παρουσία των περισσότερων ειδών Carabidae σχετίζεται άμεσα με την κατάσταση των υγροτοπικών οικοτόπων, οι οποίοι φαίνεται να είναι οι πιο διαφοροποιημένοι οικοτόποι (Fattorini and Vigna-Taglianti 2002). Συγκεκριμένα, κατά τις περιόδους των παγετώνων (Πλειστόκαινο), οργανισμοί όπως τα Carabidae, μπορούσαν ευκολότερα να εποικίσουν χαμηλότερες γεωγραφικά περιοχές, αφού το κρύο περιβάλλον ευνοούσε τους μεσόφιλους οργανισμούς (Fattorini and Vigna-Taglianti 2002). Όσο περνούσαν τα χρόνια και το κλίμα γινόταν ξηρότερο και ζεστότερο, αυτοί οι οργανισμοί αναγκάστηκαν να μεταφερθούν σε βορειότερες γεωγραφικά περιοχές (Fattorini and Vigna-Taglianti 2002). Παρόλα αυτά, κάποιοι απομονωμένοι πληθυσμοί ξέμεναν και καταλάμβαναν κρύους και υγρούς οικοτόπους, όπως οι λίμνες και τα ποτάμια (Fattorini and Vigna-Taglianti 2002). Ως εκ τούτου, τα μεσόφιλα είδη των Carabidae απέκτησαν μεγάλη ζωογεωγραφική κατανομή και μπορούν να απαντηθούν σε πολύ μεγάλο εύρος χωρών και περιοχών.

Αντίθετα, πολλές ξηρόφιλες και κοινές στη Μεσόγειο ομάδες (πχ. τα Tenebrionidae, τα οποία είναι κυρίως θερμόφιλα, γεώφιλα και αμμόφιλα), κατέχουν μικρότερες γεωγραφικές εξαπλώσεις και τα περισσότερα είδη κατανέμονται στη Μεσογειακή ζώνη (Fattorini and Vigna-Taglianti 2002). Τέτοιοι θερμόφιλοι οργανισμοί, κατά τις παγετώδεις περιόδους υποχώρησαν σε νοτιότερες περιοχές όπου επικρατούσαν θερμότερες συνθήκες. Ως εκ τούτου η παρουσία αρκετών ειδών με κατανομή στην Μεσόγειο μπορεί να συσχετιστεί με αυτήν τη μετακίνηση των οργανισμών κατά τις παγετώδεις περιόδους του Πλειστόκαινου, όταν η Μεσόγειος λειτουργούσε ως καταφύγιο για αυτά τα είδη (Fattorini and Vigna-Taglianti 2002). Στην Κρήτη έχουμε παραδείγματα που ταιριάζουν επακριβώς στα παραπάνω σκεπτικά: πράγματι τα Carabidae στην Κρήτη εμφανίζουν πολύ μεγάλα ποσοστά ευρέως εξαπλούμενων ειδών (έως και 75–80%, ανάλογα με το βιότοπο, όπως φάνηκε και στους υγροτόπους της παρούσας μελέτης) ενώ τα Tenebrionidae βρίσκονται στα αντίθετα ποσοστά (75–80 % είναι τα είδη στενών εξαπλώσεων, Τριχάς 1996).

Αυτό υποστηρίζεται επίσης και με την ανάλυση των ειδών που βρέθηκαν σε μακία και φρύγανα από τους Kaltsas et al. (2013). Σύμφωνα με τα πιο πάνω, η πανίδα των Carabidae σε ξηρά περιβάλλοντα όπως η μακία και τα φρύγανα, θα είναι φτωχότερη και θα περιλαμβάνει λιγότερα στενοτοπικά και περισσότερα είδη με μικρή γεωγραφική εξάπλωση. Τα πλείστα Carabidae είναι μεσόφιλα και υγρόφιλα, παρόλα αυτά υπάρχουν είδη, τα οποία έχουν προσαρμοστεί και εξειδικευτεί σε ξηρά και θερμά περιβάλλοντα. Αυτά τα λίγα σε αριθμό είδη θα κατακλύζουν οικοσυστήματα



όπως η μακία και τα φρύγανα, ενώ ταυτόχρονα θα κατανέμονται σε μικρότερες ζωογεωγραφικές ζώνες. Επίσης, σε θερμότερες και ξηρότερες γεωγραφικές ζώνες, τα ζώα αυτά θα καταλαμβάνουν ένα πολύ μεγάλο εύρος οικοτόπων.

Η παρουσία λοιπόν μεγαλύτερου ποσοστού ενδημισμού στα Carabidae σε μακία και φρύγανα είναι αναμενόμενη. Οι υγρότοποι κατακλύζονται από ζώα με ευρείες ζωογεωγραφικές κατανομές, ενώ αντίθετα τα φρύγανα θα κατακλύζονται από ζώα με περιορισμένες εξαπλώσεις. Οπότε, αν αναλογιστούμε και την μεγάλη διαφορά σε αριθμό ειδών μεταξύ υγροτόπων και φρυγάνων, τότε είναι αντιληπτό πως το ποσοστό ενδημισμού θα είναι σχετικά μεγάλο στα φρύγανα. Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί πως υπάρχει πολύ μεγαλύτερο ποσοστό ενδημισμού μεταξύ των θερμοφίλων Carabidae σε σχέση με τα μεσόφιλα και υγρόφιλα, αφού τα τελευταία κατανέμονται σε ένα ευρύ φάσμα χωρών και ζωνών. Το αντίθετο συμβαίνει με τα Tenebrionidae, αφού όντας θερμοφιλά ως επί το πλείστον, έχουν περιορισμένη κατανομή και ως εκ τούτου θα υπάρχει και μεγαλύτερο ποσοστό ενδημισμού.

#### 4.4 Εποχική Διακύμανση

Στη συνέχεια ελέγχτηκε αν εμφανίζονται σημαντικές διαφορές στη δραστηριότητα των Carabidae ανάμεσα στις 2 εποχές μεγίστης δραστηριότητας (άνοιξη & φθινόπωρο) στους σταθμούς μελέτης. Μέσω του μη παραμετρικού t-test, σε γενικές γραμμές φαίνεται πως δεν υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ άνοιξης και φθινοπώρου. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός πως η μέγιστη κινητικότητα των Carabidae εμφανίζεται και στις δύο αυτές εποχές, το οποίο φαίνεται και από τον πίνακα του αριθμού των συλληφθέντων ατόμων και τάξων. Συγκεκριμένα, την άνοιξη συλλέχτηκαν 2.117 άτομα και 76 τάξα, ενώ το φθινόπωρο 1.895 άτομα και 72 τάξα.

Σημαντική επίσης είναι και η εύρεση 39 τάξων με παρουσία μόνο σε μια από τις 2 εποχές. Από αυτά τα 22 τάξα εμφανίστηκαν μόνο την άνοιξη, ενώ τα υπόλοιπα 17 μόνο το φθινόπωρο. Σημαντικό ότι σε αυτά τα τάξα ανήκουν τα 11 από τα 17 τάξα που είναι πρώτες αναφορές για το νησί και επίσης σε αυτά είναι και τα τάξα με μοναδιαίο αριθμό ατόμων (τα σπάνια αυτής της μελέτης). Αυτός ο μεγάλος αριθμός τάξων με παρουσία σε μια εποχή δικαιολογείται από το γεγονός πως κάποια Carabidae αναπαράγονται την άνοιξη, ενώ κάποια άλλα το φθινόπωρο (Rivard 1964, Thiele 1977).

Από τον πίνακα της βιομάζας διακρίνεται πως οι τιμές κυμαίνονται κυρίως από 8,8mg έως και 1491,89mg. Οι μεγαλύτερες τιμές βιομάζας εμφανίζονται στους 2 σταθμούς στον υγρότοπο Φαλασάρνων και στην εποχική λίμνη Ομαλού Βιάννου. Αυτό εξηγείται από τον πολύ μεγάλο αριθμό ατόμων στην Βιάννο και από την παρουσία του *Scarites procerus eurytus* στα Φαλάσαρνα, το οποίο είναι το μεγαλύτερο ζώο που συλλέχτηκε κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών αυτής της μελέτης. Οι μικρότερες τιμές βιομάζας βρίσκονται στην Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου,

στον Αποσελέμη και στον Αλμυρό και αυτό οφείλεται στον πολύ χαμηλό αριθμό συλληφθέντων ατόμων. Επίσης, συγκρίνοντας τη βιομάζα μεταξύ των εποχών για κάθε σταθμό διακρίνονται μειωμένες τιμές το φθινόπωρο σε σχέση με την άνοιξη, παρόλα αυτά υπάρχουν και ορισμένοι σταθμοί όπου συμβαίνει το αντίθετο. Αυτό προκύπτει από τον μειωμένο αριθμό ατόμων, ή/και από τα λιγότερα άτομα των μεγάλων σε μέγεθος τάξεων.

Σε γενικές γραμμές συγκρίνοντας τους ελέγχους αυτούς, μπορεί να ειπωθεί πως οι 2 εποχές της μελέτης δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερες μεταβολές σε συνολικό αριθμό ειδών και ατόμων, παρόλα αυτά εμφανίζονται διαφορές στις τιμές της βιομάζας και επίσης συλλέχτηκε σημαντικός αριθμός ειδών που δραστηριοποιούνται σε μια μόνο εποχή. Τα τάξα που αναπαράγονται την άνοιξη ξεχειμωνιάζουν ως ενήλικα και ενεργοποιούνται με το πέρας του χειμώνα, ενώ τα τάξα που αναπαράγονται το φθινόπωρο ξεχειμωνιάζουν ως προνύμφες (Rivard 1964, Thiele 1977). Ως εκ τούτου, την Άνοιξη και το Φθινόπωρο αναμένεται να υπάρχει πολύ μεγάλη κινητικότητα των ζώων, ενώ τον Χειμώνα και το Καλοκαίρι τα περισσότερα ζώα θα είναι ανενεργά (Rivard 1964, Thiele 1977).

#### 4.5 Οικολογικά χαρακτηριστικά

Η ανάλυση των σωματικών μεγεθών δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των τάξεων που βρέθηκαν στις δύο ομάδες υγροτόπων (ορεινοί, παράκτιοι). Σε γενικές γραμμές οι ορεινοί υγροτόποι παρουσιάζουν αυξημένα ποσοστά μικρόσωμων ειδών κλάσης S1 (0,1-4,0 mm) και μειωμένα ποσοστά της επόμενης κλάσης S2 (4,1-8,0 mm). Αντίθετα στους πλείστους παράκτιους υγροτόπους διακρίνεται κυριαρχία των μικρού και μέτριου μεγέθους κλάσεων S2 και S3 (8,1-16,0 mm) με αντίστοιχα σημαντικά χαμηλούς αριθμούς ειδών στις κλάσεις S1 και S4 (16,1 mm και πάνω). Παρόλα αυτά, υπάρχουν στατιστικά σημαντικά μειωμένα ποσοστά μεγαλόσωμων ζώων (κλάσης S4) στους υγροτόπους μελέτης σε σχέση με τους φρυγανικούς σταθμούς ελέγχου. Επιπλέον, άξιο αναφοράς το γεγονός ότι οι 2 δυτικοί σταθμοί στα Φαλάσαρνα κατέχουν τα μεγαλύτερα ποσοστά στην κλάση S3 (37,5% και 40%), ενώ οι 2 σταθμοί στον Ξερόκαμπο (ανατολικά) κατέχουν τα μεγαλύτερα ποσοστά στην κλάση S2 (45% και 50%).

Σε ό,τι αφορά την ικανότητα πτήσης των τάξεων προκύπτουν σημαντικά αποτελέσματα τόσο στη μορφολογία των φτερών των ατόμων που συλλέχθηκαν, όσο και ως προς το τι προέβλεπε η βιβλιογραφία, δεδομένων των ειδών που συλλέχθηκαν στους κρητικούς υγροτόπους. Από τη μορφολογία των φτερών που προέκυψε από την εργαστηριακή μας ανατομή, ξεχωρίζει η απόλυτη σχεδόν κυριαρχία των μακρόπτερων τάξεων στους παράκτιους σταθμούς, με το ποσοστό να αγγίζει ακόμη και το 100%. Σημαντική επίσης και η αυξημένη παρουσία των βραχύπτερων τάξεων στους ορεινούς υγροτόπους, ενώ σημειώθηκαν ακόμη ψηλότερα ποσοστά στους φρυγανικούς σταθμούς ελέγχου.

Η ανάλυση της μορφολογίας φτερών βάσει των δεδομένων από τη διεθνή βιβλιογραφία για τα ίδια είδη που συλλέχτηκαν στην παρούσα μελέτη ανέδειξε την κυριαρχία των μακρόπτερων ειδών με το μεγαλύτερο ποσοστό να παρουσιάζεται στον υγρότοπο του Πετρέ με 81,25%. Εντούτοις, σε σχέση με την προηγούμενη ανάλυση (μορφολογία φτερών βάσει εργαστηριακής ανατομής), υπάρχουν αυξημένα ποσοστά διμορφικών ειδών. Συγκεκριμένα, το μεγαλύτερο ποσοστό εμφανίζεται στην Αλατσολίμνη Ξερόκαμπου με 41,67% σε αντίθεση με την προηγούμενη ανάλυση όπου το μεγαλύτερο ποσοστό διμορφικών ειδών εμφανιζόταν στον Αποσελέμη με 16,67%. Αυτό το αποτέλεσμα τονίζει πως τα διμορφικά είδη βάσει βιβλιογραφίας (βορειότερες γεωγραφικές περιοχές), συναντώνται στους κρητικούς υγροτόπους με τη μία τους μορφή (περωτή ή βραχύπτερη). Συγκεκριμένα, στους παράκτιους υγροτόπους, τα διμορφικά είδη συναντώνται με την περωτή τους μορφή, ενώ στους ορεινούς υγροτόπους, απαντώνται είτε με την περωτή είτε με την βραχύπτερη μορφή τους.

Συμπερασματικά, στους ορεινούς υγροτόπους, φαίνεται να υπάρχει κυριαρχία των μικρών ζώων, καθώς επίσης και μεγαλύτερο ποσοστό βραχύπτερων σε σχέση με τους παράκτιους υγροτόπους. Η μεγαλύτερη βραχυπτερία στους ορεινούς οικοτόπους μπορεί να αποδοθεί στην έκθεση των ζώων στον άνεμο, καθώς επίσης και στην θερμοκρασία (Darlington 1943). Στα ορεινά επικρατούν χαμηλότερες θερμοκρασίες πράγμα που θεωρητικά αναστέλλει την ανάπτυξη των φτερών (Darlington 1943). Το κρύο περιβάλλον δεν εμποδίζει την ικανότητα πτήσης, αλλά καθιστά τα φτερά λιγότερο χρήσιμα σε τέτοιους μεσόφιλους οργανισμούς (Darlington 1943). Επίσης, αξίζει να τονισθεί η πολύ μεγάλη αντιπροσώπευση των μακρόπτερων ζώων στους παράκτιους υγροτόπους. Η αναλογία των μακρόπτερων τάξεων, σύμφωνα με τον den Boer (1970), μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανεύρεση της ηλικίας των πληθυσμών και της σταθερότητας του ενδιαιτήματος (Den Boer 1970). Επιπλέον, σε νέα και ασταθή ενδιαιτήματα το ποσοστό των μακρόπτερων Carabidae θα είναι μεγαλύτερο από αυτό που υπάρχει σε παλαιότερα και σταθερά ενδιαιτήματα (Bonn et al. 2002). Ως εκ τούτου, από τα αποτελέσματα προκύπτει πως οι κρητικοί παράκτιοι υγροτόποι μπορούν να θεωρηθούν ως νέοι σε ηλικία και σχετικά ασταθείς, εξ' ου και το πολύ μεγάλο ποσοστό των μακρόπτερων τάξεων.

Τα γραφήματα με τις διατροφικές συνήθειες των ειδών, ανέδειξαν μεγάλα ποσοστά θηρευτών σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψιών (από 60% μέχρι 80%). Οι ορεινοί υγροτόποι εμφανίζουν ελαφρώς χαμηλότερα ποσοστά θηρευτών (61% έναντι 68%) σε σχέση με τους παράκτιους, ενώ οι φρυγανικοί σταθμοί ελέγχου εμφανίζουν διπλάσια ποσοστά σπερματοφάγων ειδών σε σχέση με τους κρητικούς υγροτόπους (30% έναντι 15%).

## ΚΕΦ 5: ΣΥΝΟΨΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### Συμπερασματικά:

**1)** Λαμβάνοντας υπ' όψη τον μικρό αριθμό υγροτόπων αλλά και την μικρή έκταση των οικοσυστημάτων που μελετήσαμε (σύνολο επιφάνειας φυσικών υγροτόπων της Κρήτης -105 υγρότοποι = 5.700 στρέμματα, σύνολο υγροτόπων που μελετήθηκαν -7 υγρότοποι = 1260 στρέμματα) βρέθηκε αναλογικά πολύ μεγάλος αριθμός ειδών σε σχέση με τον συνολικό αριθμό των κρητικών Carabidae (2/5 περίπου). Ο αριθμός αυτός είναι πολύ μεγάλος επίσης και σε σχέση με τους κύριους οικοτόπους του νησιού (μακία, φρύγανα:  $\pm$  70% της έκτασης της Κρήτης). Παράλληλα, συγκεντρώθηκε και μεγάλος αριθμός πρώτων αναφορών για την πανίδα των κρητικών Carabidae. Τα 17 τάξα που βρέθηκαν για πρώτη φορά στην Κρήτη μαζί με τα 2 που χρειάζονταν επιβεβαίωση, δείχνει το μεγάλο κενό στη γνώση των κρητικών υγροτόπων. Ο αριθμός αυτός αναμένεται να μεγαλώσει πολύ με την μελέτη και άλλων υγροτόπων του νησιού. Ανάμεσα στα είδη που συλλέχθηκαν, εμφανίστηκαν πολλά σπάνια, ενώ μόλις 3 απ' αυτά είχαν ιδιαίτερα μεγάλες αφθονίες. Σε γενικές γραμμές, δεν ανιχνεύτηκε εκτεταμένη κυριαρχία ειδών στους κρητικούς υγροτόπους, ενώ παράλληλα σημειώθηκαν υπερβολικά μικρά ποσοστά ειδών που συμμετέχουν σε πάνω από δύο υγροτόπους ( $\pm$  20 % !). Περισσότερα από τα μισά εμφανίζονται μόνο σε ένα υγρότοπο και 30% σε δύο, αναδεικνύοντας τη μοναδικότητα αυτών των οικοσυστημάτων καθώς και τη χαμηλή ροή ειδών μεταξύ τους. Αυτό υποδηλώνει επίσης τη σχετικά πρόσφατη ή/και εφήμερη διαμόρφωση της πανίδας των υγροτόπων στην Κρήτη.

**2)** Τόσο οι τιμές του πλούτου ειδών όσο και της βιοποικιλότητας είναι πολύ ψηλότερες στους παράκτιους υγροτόπους απ' ό,τι στους ορεινούς, και διπλάσιες από αντίστοιχης έκτασης φρυγανικών οικοτόπων στην Κρήτη (μέσος όρος ειδών στους δειγματοληπτικούς σταθμούς των παράκτιων υγροτόπων = 21 είδη και μέση τιμή δείκτη Shannon =2,4, μέσος όρος ειδών στους δειγματοληπτικούς σταθμούς των ορεινών υγροτόπων = 14 είδη και μέση τιμή δείκτη Shannon =1,6, ενώ μέσος όρος ειδών στους δειγματοληπτικούς σταθμούς των φρυγανικών οικοτόπων = 10 είδη και μέση τιμή δείκτη Shannon =1,8). Ο δείκτης ανομοιότητας Sørensen ανέδειξε μεγάλα ποσοστά ανομοιότητας στη σύνθεση των πληθυσμών μεταξύ των σταθμών μελέτης, πράγμα που δείχνει τη μικρή ροή ειδών μεταξύ των κρητικών υγροτόπων. Σχετικά χαμηλές τιμές έδωσε ο λόγος είδη προς γένη στους σταθμούς των κρητικών υγροτόπων, μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες των φρυγάνων, τυπικές όμως για νησιωτικά οικοσυστήματα.

**3)** Η συντριπτική πλειονότητα των ειδών Carabidae στους κρητικούς υγροτόπους χαρακτηρίζεται από ευρείες κατανομές, με ελάχιστους ενδημισμούς, σε μεγάλη αντίθεση με τα παρακείμενα φρυγανικά οικοσυστήματα. Περίπου 80% των ειδών της μελέτης διακρίνονται από κατανομές ευρύτερες απ' αυτές της Μεσογείου, ενώ μόνο

τα μισά είδη των φρυγάνων χαρακτηρίζονται από παρόμοιες εξαπλώσεις. Το μεγάλο αυτό ποσοστό διατηρείται και στους ορεινούς υγροτόπους, με μόνη διαφορά τη συμμετοχή ορισμένων ενδημικών ειδών σε βάρος του Μεσογειακού στοιχείου.

**4)** Από τους σημαντικότερους φυσικούς παράγοντες που φαίνεται να διαφοροποιούν τη σύνθεση των Carabidae στους κρητικούς υγροτόπους είναι η γεωγραφική θέση και το υψόμετρο του υγροτόπου. Ο σημαντικότερος παράγοντας που συμβάλλει στην αύξηση της βιομάζας και της αφθονίας στους υγροτόπους της Κρήτης, είναι η συνολική του έκταση, ενώ ο σημαντικότερος παράγοντας που συνεισφέρει θετικά στον πλούτο ειδών, είναι η μόνιμη παρουσία νερού. Ως προς τις οικολογικές απαιτήσεις των ειδών, στους παράκτιους υγροτόπους υπερτερούν κυρίως τα στενοτοπικά τάξα σε αντίθεση με τους ορεινούς και τα φρύγανα όπου αυξάνουν σημαντικά τα ευρυτοπικά και ολιγοτοπικά τάξα. Επίσης η μελέτη μας, ανέδειξε την αυστηρή διαμερισματοποίηση των στενοτοπικών (κυρίως) ειδών στους οικοτόπους τους: αν και ελάχιστα μέτρα χώριζαν την φρυγανική έκταση ελέγχου με τον υγρότοπο στο πείραμά μας, κανένα φρυγανικό (ξηρόφιλο) Carabidae δεν είχε την ελάχιστη δραστηριότητα στις υγρές εκτάσεις με *Juncus* ή *Arthrocnemum*, ούτε κάποιο υγρόφιλο ή αλόφιλο είδος συλλέχθηκε (έστω και ένα άτομο) στο παρακείμενο φρύγανο. Η στεγανοποίηση αυτή μεταξύ οικοσυστημάτων, εγείρει αρκετά ερωτηματικά ως προς τις οδούς εποίκισης των οικοτόπων αυτών (ιδιαίτερα στους απομονωμένους ορεινούς υγροτόπους), αλλά και συνάδει με τα προηγούμενα αποτελέσματα που συζητήθηκαν στην πρώτη παράγραφο (ελάχιστα κοινά τάξα μεταξύ των υγροτόπων της μελέτης).

**5)** Οι δύο εποχές μέγιστης δραστηριότητας των Carabidae στην Κρήτη (άνοιξη και φθινόπωρο) παρουσιάζουν παρόμοιους αριθμούς ατόμων και ειδών (76 είδη και 2.117 συλλεχθέντα άτομα Απρίλιο έως Ιούνιο – 72 είδη και 1895 άτομα Σεπτέμβριο με Νοέμβριο), παρόλα αυτά υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός ειδών που έχουν συλλεχτεί μόνο την μια εποχή (22 είδη μόνο την άνοιξη και 17 είδη μόνο το φθινόπωρο).

**6)** Ως προς τα χαρακτηριστικά λειτουργικής οικολογίας των ειδών, από την παρούσα μελέτη μπορούν να γενικευτούν τα εξής συμπεράσματα:

**α)** οι κρητικοί υγρότοποι της μελέτης μας εμφανίζονται με μειωμένη παρουσία των μεγάλων σε μέγεθος ζώων σε σχέση με τα φρύγανα ελέγχου.

**β)** οι ορεινοί υγρότοποι και τα παρακείμενα φρύγανα παρουσιάζουν μεγαλύτερα ποσοστά ειδών μειωμένης ή μηδενικής ικανότητας πτήσης (έως και 70%) απ' ό,τι οι παραλιακοί υγρότοποι, όπου τα ποσοστά των ειδών με πλήρη πτητική ικανότητα υπερτερούν (η βραχυπτερία κυμαίνεται από 0 μέχρι 30%). Το φαινόμενο αυτό έχει μελετηθεί διεξοδικά και παλιότερα (πχ. Darlington 1943) και δεν συνδέεται αποκλειστικά με τους υγροτόπους, αλλά με τη διαφοροποίηση στη σύνθεση μεταξύ πεδινών και ορεινών πληθυσμών των Carabidae γενικώς αλλά και άλλων ομάδων

εντόμων (στα ορεινά, δεν ευνοούνται οι μακρόπτερες φόρμες στα έντομα, το πέταγμα εκεί είναι και επικίνδυνο λόγω της έντασης των ανέμων, αλλά και δύσκολο λόγω των χαμηλότερων θερμοκρασιών).

γ) τα σαρκοφάγα (θηρευτές) είδη Carabidae υπερτερούν κατά πολύ στους παράκτιους υγροτόπους (έναντι των παμφάγων και σπερματοφάγων ειδών), ενώ τα παμφάγα αυξάνονται στους ορεινούς και τα σπερματοφάγα στα φρύγανα. Μια ερμηνεία αυτής της διαφοράς στη σύνθεση των Carabidae θα μπορούσε να αποδοθεί στις σκληρότερες συνθήκες διαβίωσης στα ορεινά της Κρήτης.

**7)** Συνοψίζοντας, τα Carabidae των παράκτιων υγροτόπων της Κρήτης είναι κυρίως στενοτοπικά ζώα, υπερτερούν τα υγρόφιλα, μεσόφιλα και αλόφιλα είδη, ενώ είναι επί το πλείστον θηρευτές και με καλή ικανότητα πτήσης. Στους ορεινούς υγροτόπους της Κρήτης θα συναντήσουμε πολύ λιγότερα είδη, μεσόφιλα και ολιγοτοπικά/ευρυτοπικά, συχνά παμφάγα και με μειωμένες ικανότητες πτήσης.

**8)** Αν και απέχουμε ακόμη αρκετά από τη διαμόρφωση μιας καλής συνολικής εικόνας για τα Carabidae των κρητικών υγροτόπων (χρειάζονται επιπρόσθετα στοιχεία από τους 2-3 μεγάλους σε μέγεθος υγροτόπους της κεντρικής και δυτικής Κρήτης), τα δεδομένα της παρούσης μελέτης εγείρουν σημαντικά ζητήματα τόσο βιογεωγραφικής φύσης ως προς τα τάξα, όσο για τους οικοτόπους αυτούς στο νησί. Οι πολύ μεγάλες ανομοιότητες στη σύνθεση των ειδών μεταξύ των περισσότερων υγροτόπων που μελετήσαμε, δείχνουν πως ακόμη και στα μακρόπτερα τάξα έχουμε πολύ χαμηλά ποσοστά ροών από οικοτόπο σε οικοτόπο. Η στεγανοποίηση μεταξύ τους λόγω του αδιαπέραστου για τα μεσόφιλα και υγρόφιλα είδη "φρυγανικού φίλτρου" τείνει επίσης να φυλάσσει αυτές τις ανομοιότητες στο χρόνο (όπως φαίνεται και από την σχεδόν μηδενική εισφορά ειδών από τους παράκτιους προς τους ορεινούς υγροτόπους). Από την άλλη, σχεδόν όλα τα Carabidae που απαντούν στους υγροτόπους διακρίνονται από ευρείες εξαπλώσεις που, βιογεωγραφικά μιλώντας, τους δίνει τον χαρακτηρισμό "σχετικά ευκόλως" διασπειρόμενα ζώα. Έτσι, η διαμόρφωση των πανίδων αυτών στην Κρήτη, φαίνεται να είναι είτε αποτέλεσμα πολλαπλών (και ανεξάρτητων μεταξύ τους) συμβάντων εποικίσεων σε κάθε οικοτόπο ξεχωριστά, είτε το αποτέλεσμα συρρίκνωσης ευρύτερων υγροτοπικών συστημάτων στο νησί. Δυστυχώς στα πλαίσια της παρούσης μελέτης δεν είχαμε τη δυνατότητα να διερευνήσουμε τα τάξα των μεγαλύτερων σε μέγεθος υγροτόπων, σημείο-κλειδί για να απαντηθούν τα παραπάνω ερωτήματα. Μοριακές αναλύσεις στα κοινά τάξα των υγροτόπων καθώς και αναλύσεις εγκιβωτισμού στο άμεσο μέλλον, θα μπορούσαν να φωτίσουν ικανοποιητικά τις υποθέσεις αυτές.



## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abdel-Dayem, M. 1998.** The Egyptian Species of Bembidion Latreille, 1802 (Coleoptera, Carabidae). *Bull. Entomol. Soc. Egypt.* 76: 181–214.
- Adis, J. 1979.** Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps. *Zool. Anz.* 202: 177–184.
- Andersen, J. 2000.** What is the origin of the carabid beetle fauna of dry, anthropogenic habitats in western Europe? *J. Biogeogr.* 27: 795–806.
- Andujar, A., C. Andujar, J. L. Lencina, L. Ruano, and J. Serrano. 2002.** Los Carabidae (Insecta, Coleoptera) de Lagunas y Embalses de Albacete. *Rev. Estud. Albacet.* 23–76.
- (Archostemata, Myxophaga, Adepghaga) . 2003.** Archostemata, Myxophaga, Adepghaga, Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Apollo Books, Stenstrup.
- Arfib, B., G. de Marsily, and J. Ganoulis. 2001.** Freshwater-saltwater motion in a coastal karstic aquifer-The case of the Almyros of Heraklio, Crete, Greece. *Proc First Int. Conf. Saltwater Intrusion Coast. Aquifers — Monit. Model. Manag.* 5.
- Arndt, E., P. Schnitter, S. Sfenthourakis, and W. W. David. 2011.** Ground Beetles of Greece (Carabidae), Series Faunistica #100. Pensoft.
- Ashworth, A. C. 1996.** The response of arctic Carabidae (Coleoptera) to climate change based on the fossil record of the Quaternary Period, pp. 125–131. *In Ann. Zool. Fenn.* JSTOR.
- Assmann, T., J. Buse, V. Chikatunov, C. Drees, A.-L.-L. Friedman, W. Härdtle, T. Levanony, I. Renan, A. Seyfferth, and D. W. Wrase. 2012.** The ground beetle tribe Trechini in Israel and adjacent regions (Coleoptera, Carabidae). *SPIXIANA.* 35: 193–208.
- Aukema, B. 1995.** Flying for life, wing dimorphism in closely related species of the genus *Calathus*(Coleoptera: Carabidae) (Wageningen).
- Austin, K., C. Makris, and E. Small. 2011.** Ground beetles of the Akrotiri peninsula, Cyprus: (Coleoptera: Carabidae). *Zool. Middle East.* 53: 87–94.
- Austin, K., E. Small, J.-M. Lemaire, C. Jeanne, C. Makris, and G. Georghiou. 2008.** A revised Catalogue of the Carabidae (Coleoptera) of Cyprus. *In Ann. Mus. Hist. Nat. Nice. Museum d’histoire naturelle de Nice.*
- Baars, M. A. 1979.** Catches in pitfall traps in relation to mean densities of carabid beetles. *Oecologia.* 41: 25–46.
- Barber, H. 1931.** Traps for cave-inhabiting insects. *J. Elisha Mitchell Sci Soc.* 46: 259–266.
- Barševskis, A. 2007.** Biogeography of the genus *Notiophilus* Dumeril, 1806 (Coleoptera: Carabidae). *Balt. J. Coleopterol.* 7: 121–135.
- Baselga, A. 2010.** Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity: Partitioning beta diversity. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 19: 134–143.
- Benassi, G., C. Battisti, and L. Luiselli. 2009.** Applying abundance/biomass comparisons in breeding bird assemblages of a set of remnant wetlands in central Italy. *J. Mediterr Ecol.* 10: 13–18.
- Bergmeier, E. 2004.** Short report on the environment, flora and vegetation of the “Omalos Pond.” *Univ. Gött. Ger. LIFE Nat.*
- Bergmeier, E., and S. Abrahamczyk. 2008.** Current and historical diversity and new records of wetland plants in Crete, Greece. *Willdenowia.* 38: 433–453.
- Bonn, A., K. Hagen, and D. W. Reiche. 2002.** The significance of flood regimes for carabid beetle and spider communities in riparian habitats—a comparison of three major rivers in Germany. *River Res. Appl.* 18: 43–64.
- Boscaini, A., A. Franceschini, and B. Maiolini. 2000.** River ecotones: carabid beetles as a tool for quality assessment. *Hydrobiologia.* 422/423: 173–181.
- Botes, A., M. A. Mcgeoch, and S. L. Chown. 2007.** Ground-dwelling beetle assemblages in the northern Cape Floristic Region: Patterns, correlates and implications. *Austral Ecol.* 32: 210–224.

- Bouchard, P., Y. Bousquet, A. Davies, M. Alonso-Zarazaga, J. Lawrence, C. Lyal, A. Newton, C. Reid, M. Schmitt, A. Slipinski, and A. Smith. 2011.** Family-Group Names In Coleoptera (Insecta). *ZooKeys*. 88: 1–972.
- Braun, M., E. Simon, I. Fábrián, and B. Tóthmérész. 2009.** The effects of ethylene glycol and ethanol on the body mass and elemental composition of insects collected with pitfall traps. *Chemosphere*. 77: 1447–1452.
- Brigić, A., S. Vujčić-Karlo, R. M. Kepčija, Z. Stančić, A. Alegro, and I. Ternjej. 2014.** Taxon specific response of carabids (Coleoptera, Carabidae) and other soil invertebrate taxa on invasive plant *Amorpha fruticosa* in wetlands. *Biol. Invasions*. 16: 1497–1514.
- Brose, U. 2003.** Bottom-up control of carabid beetle communities in early successional wetlands: mediated by vegetation structure or plant diversity? *Oecologia*. 135: 407–413.
- Chapman, A. N. 2014.** The Influence of Landscape Heterogeneity - Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) in Fthiotida, Central Greece. *Biodivers. Data J.* 2: e1082.
- Chatzimanolis, S., A. Trichas, S. Giokas, and M. Mylonas. 2003.** Phylogenetic analysis and biogeography of Aegean taxa of the genus *Dendarus* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Insect Syst. Evol.* 34: 295–312.
- Cheli, G. H., and J. C. Corley. 2010.** Efficient sampling of ground-dwelling arthropods using pitfall traps in arid steppes. *Neotrop. Entomol.* 39: 912–917.
- Clarke, K. R. 1993.** Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.* 18: 117–143.
- Clarke, K. R., and R. N. Gorley. 2006.** PRIMER. Plymouth.
- Clarke, K. R., and R. M. Warwick. 2001.** Change in marine communities: An Approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth UK Primer-E Ltd.
- Coulon, J. 2011.** Les Tachys du groupe scutellaris d'Europe occidentale et d'Afrique du Nord, et notes taxonomiques sur quelques autres espèces de Tachys (Coleoptera, Trechidae, Tachyini). *Bull. Société Entomol. Fr.* 116: 303–320.
- Dajoz, R. 2002.** Les coléoptères carabidés et ténébrionidés: écologie et biologie. Éditions Tec & Doc, Paris, France.
- Darlington, P. J. 1943.** Carabidae of Mountains and Islands: Data on the Evolution of Isolated Faunas, and on Atrophy of Wings. *Ecol. Monogr.* 13: 37.
- De Los Santos, A., L. A. Gómez-González, C. Alonso, C. D. Arbelo, and J. P. De Nicolás. 2000.** Adaptive trends of darkling beetles (Col. Tenebrionidae) on environmental gradients on the island of Tenerife (Canary Islands). *J. Arid Environ.* 45: 85–98.
- Den Boer, P. J. 1970.** On the significance of dispersal power for populations of carabid-beetles (Coleoptera, Carabidae). *Oecologia*. 4: 1–28.
- Desender, K. 1989.** Heritability of wing development and body size in a carabid beetle, *Pogonus chalceus* Marsham, and its evolutionary significance. *Oecologia*. 78: 513–520.
- Desender, K., M. Dufrêne, M. Loreau, M. Luff, J.-P. Maelfait, and others. 1994.** Carabid beetles: ecology and evolution. Kluwer Academic Publishers.
- Digweed, S. 1995.** Digging out the “digging-in effect” of pitfall traps: influences of depletion and disturbance on catches of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Pedobiologia*. 39: 561–576.
- Do, Y.-N., H.-B. Jo, J.-H. Kang, and G.-J. Joo. 2012.** Spatial-temporal distribution of carabid beetles in wetlands. *J. Ecol. Field Biol.* 35: 51–58.
- Drees, C., P. Brandmayr, J. Buse, P. Dieker, S. Gürlich, J. Habel, I. Harry, W. Härdtle, A. Matern, H. Meyer, R. Pizzoloto, M. Quante, K. Schäfer, A. Schuldt, A. Taboada Palomares, and T. Assmann. 2011.** Poleward range expansion without a southern

- contraction in the ground beetle *Agonum viridicupreum* (Coleoptera, Carabidae). *ZooKeys*. 100: 333–352.
- Elton, C. 1946.** Competition and the Structure of Ecological Communities. *J. Anim. Ecol.* 15: 54.
- van Emden, H. 2013.** Subclass Pterygota, Division Endopterygota, Order Coleoptera (Beetles)—c. 350,000 Described Species. *Handb. Agric. Entomol.* 221–271.
- Emre, İ., and S. S. Avgin. 2007.** A Check-List of Nebriini (Coleoptera: Carabidae) From Turkey and Species Belonging To Nebriini Tribe Collected From Kahramanmaraş and The Surrounding Province. *Int. J. Nat. Eng. Sci.* 1: 35–43.
- Escobar, F., J. M. Lobo, and G. Halffter. 2005.** Altitudinal variation of dung beetle (Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages in the Colombian Andes. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 14: 327–337.
- Fairchild, G. W., A. M. Faulds, and J. F. Matta. 2000.** Beetle assemblages in ponds: effects of habitat and site age. *Freshw. Biol.* 44: 523–534.
- Fattorini, S., and A. Vigna Taglianti. 2002.** Ecological and historical factors affecting carabid and tenebrionid communities (Coleoptera Carabidae and Tenebrionidae) in a Mediterranean coastal area. *Biogeogr Lav Soc Ital Biogeogr Ns.* 23: 81–102.
- Footitt, R. G., and P. H. Adler. 2009.** Insect biodiversity: science and society. John Wiley & Sons.
- Forsythe, T. G. 1983.** Mouthparts and feeding of certain ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Zool. J. Linn. Soc.* 79: 319–376.
- Franzen, M. 2001.** Distribution of the tiger beetle *Megacephala (Grammognatha) euphratica* in Egypt, the Middle East and central asia (Coleoptera: Cicindelidae). *Zool. Middle East.* 22: 87–93.
- Freude, H., K.-W. Harde, G. A. Lohse, and B. Klausnitzer. 2004.** Die Käfer Mitteleuropas, Band 2 Adepfaga 1: Carabidae (Laufkäfer). Spektrum Akademischer Verlag ist ein Imprint der Elsevier GmbH, München.
- Gerakis, A., and K. Kalburtji. 1998.** Agricultural activities affecting the functions and values of Ramsar wetland sites of Greece. *Agric. Ecosyst. Environ.* 70: 119–128.
- Gillott, C. 2005.** Entomology. Springer Science & Business Media.
- Gotelli, N. J., and R. K. Colwell. 2001.** Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecol. Lett.* 4: 379–391.
- Greenslade, P., and P. J. M. Greenslade. 1971.** The use of baits and preservatives in pitfall traps. *Aust. J. Entomol.* 10: 253–260.
- Greenslade, P. J. M. 1964.** Pitfall Trapping as a Method for Studying Populations of Carabidae (Coleoptera). *J. Anim. Ecol.* 33: 301.
- Grimaldi, D. A., and M. S. Engel. 2005.** Evolution of the insects. Cambridge University Press, Cambridge [U.K.]; New York.
- Guéorguiev, B. V., and R. Lohaj. 2007.** Studies on genus *Speluncarius*, with description of a new subgenus and notes on the systematic position of *S. (Hypogium) albanicus* (Coleoptera, Carabidae, Pterostichini), pp. 125–141. *In Back Roots Back Future New Synth. Taxon. Ecol. Biogeogr. Approaches Carabidol.* Pensoft.
- Gutierrez, D., and R. Menéndez. 1997.** Patterns in the distribution, abundance and body size of carabid beetles (Coleoptera: Caraboidea) in relation to dispersal ability. *J. Biogeogr.* 24: 903–914.
- Harde, K. W., and P. M. Hammond. 1998.** Field guide in colour to beetles. Bitz Editions.
- Holmes, P. R., A. P. Fowles, D. C. Boyce, and D. K. Reed. 1993.** The ground beetle (Coleoptera: Carabidae) fauna of Welsh peatland biotopes—species assemblages in relation to peatland habitats and management. *Biol. Conserv.* 65: 61–67.

- Homburg, K., N. Homburg, F. Schäfer, A. Schuldt, and T. Assmann. 2014.** Carabids.org - a dynamic online database of ground beetle species traits (Coleoptera, Carabidae). *Insect Conserv. Divers.* 7: 195–205.
- Honek, A. 1988.** The effect of crop density and microclimate on pitfall trap catches of Carabidae, Staphylinidae (Coleoptera), and Lycosidae (Araneae) in cereal fields. *Pedobiologia.* 32: 233–242.
- Hruby, T. 1999.** Assessments of wetland functions: what they are and what they are not. *Environ. Manage.* 23: 75–85.
- Hruby, T., W. E. Cesanek, and K. E. Miller. 1995.** Estimating relative wetland values for regional planning. *Wetlands.* 15: 93–107.
- Huber, C., and W. Marggi. 1997.** Revision der Bembidion-Untergattung Phyla Motschulsky 1844 (Coleoptera, Carabidae, Bembidiinae). *Rev. Suisse Zool.* 104: 761–783.
- Hunt, T., J. Bergsten, Z. Levkanicova, A. Papadopoulou, O. S. John, R. Wild, P. M. Hammond, D. Ahrens, M. Balke, M. S. Caterino, J. Gómez-Zurita, I. Ribera, T. G. Barraclough, M. Bocakova, L. Bocak, and A. P. Vogler. 2007.** A comprehensive phylogeny of beetles reveals the evolutionary origins of a superradiation. *Science.* 318: 1913–1916.
- Hurka, K. 1996.** Carabidae of the Czech and Slovak Republics. *Ing. Vit Kabourek.*
- Jarosik, V. 1989.** Mass vs. length relationship for carabid beetles (Col., Carabidae). *Pedobiologia.* 33: 87–90.
- Jarvinen, O. 1982.** Species-To-Genus Ratios in Biogeography: A Historical Note. *J. Biogeogr.* 9: 363.
- Kaltsas, D., I. Stathi, and V. Fet. 2008.** Scorpions of the Eastern mediterranean. *Adv. Arachnol. Dev. Biol. Pap. Dedic. Profr. Bož. PM Ćurčić Belgrade-Vienna-Sofia.* 209–246.
- Kaltsas, D., A. Trichas, K. Kougioumoutzis, and M. Chatzaki. 2013.** Ground beetles respond to grazing at assemblage level, rather than species-specifically: the case of Cretan shrublands. *J. Insect Conserv.* 17: 681–697.
- Kentula, M. E. 2002.** Restoration, Creation and Recovery of Wetlands. *Wetl. Restor. Creat.* 2425.
- Kotze, D. J., P. Brandmayr, A. Casale, E. Dauffy-Richard, W. Dekoninck, M. Koivula, G. Lövei, D. Mossakowski, J. Noordijk, W. Paarmann, R. Pizzoloto, P. Saska, A. Schwerk, J. Serrano, J. Szyszko, A. Taboada Palomares, H. Turin, S. Venn, R. Vermeulen, and T. Zetto Brandmayr. 2011.** Forty years of carabid beetle research in Europe – from taxonomy, biology, ecology and population studies to bioindication, habitat assessment and conservation. *ZooKeys.* 100: 55–148.
- Kremen, C., R. K. Colwell, T. L. Erwin, D. D. Murphy, R. F. Noss, and M. A. Sanjayan. 1993.** Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conserv. Biol.* 7: 796–808.
- Liebherr, J. K., and H. Song. 2002.** Distinct Ground Beetle (Coleoptera: Carabidae) Assemblages Within a New York State Wetland Complex. *J. N. Y. Entomol. Soc.* 110: 127–141.
- Lindroth, C. H. 1946.** Inheritance of wing dimorphism in *Pterostichus anthracinus* Ill. *Hereditas.* 32: 37–40.
- Lindroth, C. H. 1992.** Ground beetles of Fennoscandia: a zoogeographic study. *Intercept Andover.*
- Liu, Y., J. C. Axmacher, L. Li, C. Wang, and Z. Yu. 2007.** Ground beetle (Coleoptera: Carabidae) inventories: a comparison of light and pitfall trapping. *Bull. Entomol. Res.* 97.
- Loreau, M. 1989.** On testing temporal niche differentiation in carabid beetles. *Oecologia.* 81: 89–96.

- Lorenz, W. 2005.** Nomina Carabidarum: a directory of the scientific names of ground beetles: Insecta, Coleoptera“ Geadephaga”: Trachypachidae and Carabidae incl. Paussinae, Cicindelinae, Rhysodinae. Lorenz Educational Pub.
- Lott, D. 1996.** Ground beetles and rove beetles be associated with temporary ponds in England, pp. 36–41. *In* Freshw. Forum. Presented at the Workshop, Environmental monitoring, surveillance and conservation using invertebrates.
- Lövei, G. L., and K. D. Sunderland. 1996.** Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annu. Rev. Entomol.* 41: 231–256.
- Luff, M. L., M. D. Eyre, and S. P. Rushton. 1989.** Classification and Ordination of Habitats of Ground Beetles (Coleoptera, Carabidae) in North-East England. *J. Biogeogr.* 16: 121.
- Lundholm, J. T., and A. Marlin. 2006.** Habitat origins and microhabitat preferences of urban plant species. *Urban Ecosyst.* 9: 139–159.
- Magurran, A. E. 2004.** Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing, Oxford.
- Makarov, K. V., and A. V. Matalin. 2009.** Ground-beetle communities in the Lake Elton region, southern Rusia: a case study of a local fauna (Coleoptera: Carabidae), pp. 357–384. *In* Species Communities Extrem Environ. Pensoft Publishers & KMK Scientific Press, Sofia-Moscow.
- Maltby, E. 1986.** Waterlogged wealth: why waste the world’s wet places? International Institute for Environment and Development, London, Washington, D.C.
- Maramathas, A., Z. Maroulis, and D. Marinos-Kouris. 2003.** Brackish Karstic springs model: application to Almiros spring in Crete. *Groundwater.* 41: 608–619.
- Matalin, A. V., and K. V. Makarov. 2008.** Life cycles in the ground-beetle tribe Pogonini (Coleoptera, Carabidae) from the Lake Elton region, Russia, pp. 305–323. *In* Back Root Back Future New Synth. Taxon. Ecol. Biogeogr. Approaches Carabidol. Pensoft Publishers, Sofia-Moscow.
- Matthews, G. V. T. V. T. 1993.** The Ramsar Convention on Wetlands: its history and development. Ramsar convention bureau Gland.
- Maveety, S. A., R. A. Browne, and T. L. Erwin. 2013.** Carabid beetle diversity and community composition as related to altitude and seasonality in Andean forests. *Stud. Neotropical Fauna Environ.* 48: 165–174.
- Mercado Cárdenas, A., and C. M. Buddle. 2009.** Introduced and native ground beetle assemblages (Coleoptera: Carabidae) along a successional gradient in an urban landscape. *J. Insect Conserv.* 13: 151–163.
- Merrett, P., and R. Snazell. 1983.** Comparison of pitfall trapping and vacuum sampling for assessing spider faunas on heathland at Ashdown Forest, southeast England. *Bull.-Br. Arachnol. Soc.*
- Mitchell, B. 1963.** Ecology of Two Carabid Beetles, *Bembidion lampros* (Herbst) and *Trechus quadristriatus* (Schrank). *J. Anim. Ecol.* 32: 377.
- Moran, J., M. Gormally, and M. Sheehy Skeffington. 2012.** Turlough ground beetle communities: the influence of hydrology and grazing in a complex ecological matrix. *J. Insect Conserv.* 16: 51–69.
- Naiman, R. J., H. Decamps, and M. E. McClain. 2010.** Riparia: ecology, conservation, and management of streamside communities. Academic Press.
- Naveh, Z., and A. S. Lieberman. 1983.** Landscape ecology: Theory and Application. New York: Springer Verlag.
- Niemelä, J. 1996.** From systematics to conservation—carabidologists do it all. *Ann. Zool. Fenn.* 33: 1–4.
- Niemelä, J., D. J. Kotze, S. Venn, L. Penev, I. Stoyanov, J. Spence, D. Hartley, and E. M. De Oca. 2002.** Carabid beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) across urban-rural gradients: an international comparison. *Landsc. Ecol.* 17: 387–401.

- Niemelä, J., J. Kotze, A. Ashworth, P. Brandmayr, K. Desender, T. New, L. Penev, M. Samways, and J. Spence. 2000.** The search for common anthropogenic impacts on biodiversity: a global network. *J. Insect Conserv.* 4: 3–9.
- Niemi, G. J., and M. E. McDonald. 2004.** Application of ecological indicators. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 35: 89–111.
- Ortiz, A., J. Galián, A. Andújar, and J. Serrano. 1988.** Estudio Comparativo de la Fauna de Carabidos de Algunas Lagunas de la Regin Manchego-Levantina (España). (Coleoptera: Adepaga). *Biol. Anim.* 15: 49–57.
- Ottesen, P. S. 1985.** Diel activity patterns of South Scandinavian high mountain ground beetles (Coleoptera, Carabidae). *Ecography.* 8: 191–203.
- Øyvind, H., D. A. T. Harper, and D. R. Paul. 2001.** Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontol. Electron.* 4: 9.
- Pardo, M. T., M. A. Esteve, A. Giménez, J. Martínez-Fernández, M. F. Carreño, J. Serrano, and J. Miñano. 2008.** Assessment of hydrological alterations on wandering beetle assemblages (coleoptera: Carabidae and Tenebrionidae) in coastal wetlands of arid Mediterranean systems. *J. Arid Environ.* 72: 1803–1810.
- Pedroli, B., G. de Blust, K. van Looy, and S. van Rooij. 2002.** Setting targets in strategies for river restoration. *Landsc. Ecol.* 17: 5–18.
- Petitpierre, E. 1987.** Why beetles have strikingly different rates of chromosomal evolution. *Elytron.* 1: 25–32.
- Pilon, N., E. Cardarelli, and G. Bogliani. 2013.** Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of rice field banks and restored habitats in an agricultural area of the Po Plain (Lombardy, Italy). *Biodivers. Data J.* 1: e972.
- Pizzolotto, R., P. Brandmayr, and A. Mazzei. 2005.** Carabid beetles in a Mediterranean Region: biogeographical and ecological. *DIAS Rep.* 243.
- Poinsot-Balaguer, N. 1988.** Stratégies adaptatives des arthropodes du sol en région méditerranéenne. *In* Time Scales Water Stress Proc 5th Int Conf Mediterr. Ecosyst. MEDECOS IUBS Paris.
- Porhajašová, J., Z. Šustek, J. Noskovič, J. Urminská, and P. Ondrišík. 2010.** Spatial changes and succession of carabid communities (Coleoptera, Insecta) in seminatural wetland habitats of the Žitava river floodplain. *Folia Oecologica.* 37: 75–85.
- Quinn, G. P., and M. J. Keough. 2002.** Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge University Press.
- Rainio, J., and J. Niemelä. 2003.** Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodivers. Conserv.* 12: 487–506.
- Real, R., and J. M. Vargas. 1996.** The Probabilistic Basis of Jaccard's Index of Similarity. *Syst. Biol.* 45: 380–385.
- Ribera, I., S. Doledec, I. S. Downie, and G. N. Foster. 2001.** Effect of Land Disturbance and Stress on Species Traits of Ground Beetle Assemblages. *Ecology.* 82: 1112.
- Richards, O. W., and R. G. Davies. 1977.** *Imms' General Textbook of Entomology: Volume 1: Structure, Physiology and Development Volume 2: Classification and Biology.* Springer Science & Business Media.
- Rivard, I. 1964.** Observations on the breeding periods of some ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in eastern Ontario. *Can. J. Zool.* 42: 1081–1084.
- Robinson, C. T., K. Tockner, and J. V. Ward. 2002.** The fauna of dynamic riverine landscapes. *Freshw. Biol.* 47: 661–677.
- Sághy, Z., S. Bérces, and A. Takács. 2005.** Long-term monitoring of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in a Hungarian wetland area, p. 255. *In* Eur. Carabidol. 2003 Proc. 11th Eur. Carabidol. Meet. DIAS Rep.

- Santos, A. d. los, J. P. de Nicolás, and F. Ferrer. 2002.** Habitat selection and assemblage structure of darkling beetles (Col. Tenebrionidae) along environmental gradients on the island of Tenerife (Canary Islands). *J. Arid Environ.* 52: 63–85.
- Saska, P., W. van der Werf, L. Hemerik, M. L. Luff, T. D. Hatten, and A. Honek. 2013.** Temperature effects on pitfall catches of epigeal arthropods: a model and method for bias correction. *J. Appl. Ecol.* 50: 181–189.
- Schmidt, M. H., Y. Clough, W. Schulz, A. Westphalen, and T. Tschardt. 2006.** Capture efficiency and preservation attributes of different fluids in pitfall traps. *J. Arachnol.* 34: 159–162.
- Schulte, R. P. O., E. A. Lantinga, and M. J. Hawkins. 2005.** A new family of Fisher-curves estimates Fisher's alpha more accurately. *J. Theor. Biol.* 232: 305–313.
- Seldon, D. S., and J. R. Beggs. 2010.** The efficacy of baited and live capture pitfall traps in collecting large-bodied forest carabids. *N. Z. Entomol.* 33: 30–37.
- Sfenthourakis, S., and A. Legakis. 2001.** Hotspots of endemic terrestrial invertebrates in southern Greece. *Biodivers. Conserv.* 10: 1387–1417.
- Sharova, I. K., and M. S. Ghilarov. 1981.** Life forms of carabids:(Coleoptera: Carabidae). Nauka.
- Simberloff, D. S. 1970.** Taxonomic Diversity of Island Biotas. *Evolution.* 24: 23.
- Smith, E. P., and G. van Belle. 1984.** Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics.* 119–129.
- Smith, W. H., and L. J. Rissler. 2010.** Quantifying Disturbance in Terrestrial Communities: Abundance-Biomass Comparisons of Herpetofauna Closely Track Forest Succession. *Restor. Ecol.* 18: 195–204.
- Sneath, P. H., R. R. Sokal, and others. 1973.** Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification. W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Southwood, T. R. E., and P. A. Henderson. 2009.** Ecological methods. John Wiley & Sons.
- Spence, J. R., and J. K. Niemelä. 1994.** Sampling carabid assemblages with pitfall traps: the madness and the method. *Can. Entomol.* 126: 881–894.
- (SPSS for Windows) . 2012.** SPSS for Windows. IBM Corporation, Armonk, New York.
- Sustek, Z. 1994.** Impact of water management on a Carabid community (Insecta, Coleoptera) in a Central European floodplain forest. *Quad Staz Ecol Civ Mus St Nat Ferrara.* 6: 293–313.
- Taglianti, A. V., P. A. Audisio, M. Biondi, M. A. Bologna, G. M. Carpaneto, A. De Biase, S. Fattorini, E. Piattella, R. Sindaco, A. Venchi, and M. Zapparoli. 1999.** A proposal for a chorotype classification of the Near East fauna, in the framework of the Western Palearctic region. *Biogeographia.* 20.
- Thiele, H. U. 1977.** Carabid beetles in their environments. Springer, Berlin Heidelberg New York.
- Thomas, C. F. G., N. J. Brown, and D. A. Kendall. 2006.** Carabid movement and vegetation density: Implications for interpreting pitfall trap data from split-field trials. *Agric. Ecosyst. Environ.* 113: 51–61.
- Trautner, J., and K. Geigenmüller. 1987.** Tiger Beetles/Ground Beetles (Illustrated key to the Cicindelidae and Carabidae of Europe). Josef Margraf, Germany.
- Tucker, G. M., M. F. Heath, L. Tomialojc, R. F. Grimmett, and C. M. Socha. 1994.** Birds in Europe: their conservation status. BirdLife International Cambridge.
- Turin, H. 1993.** Checklist and atlas of the genus *Carabus* Linnaeus in Europe (Coleoptera, Carabidae).
- Uetz, G. W., and J. D. Unzicker. 1976.** Pitfall trapping in ecological studies of wandering spiders. *J. Arachnol.* 3: 101–111.
- Von Tom Battin, W. 1989.** Überblick über die Libellenfauna der Insel Kreta (Insecta: Odonata). *Z. Arbeitsgemeinschaft Österr Entomol.* 41.



- Waage, B. E. 1985.** Trapping efficiency of carabid beetles in glass and plastic pitfall traps containing different solutions, pp. 33–36. *In* Fauna Nor., B. Norsk Zoologisk Tidsskriftsentral, Oslo.
- Wagner, D. L., and J. K. Liebherr. 1992.** Flightlessness in insects. *Trends Ecol. Evol.* 7: 216–220.
- Ward, D. F., T. R. New, and A. L. Yen. 2001.** Effects of pitfall trap spacing on the abundance, richness and composition of invertebrate catches. *J. Insect Conserv.* 5: 47–53.
- Warwick, R. M. 1986.** A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar. Biol.* 92: 557–562.
- Wickelmaier, F. 2003.** An introduction to MDS. *Sound Qual. Res. Unit Aalb. Univ. Den.* 46.
- Wilkinson, L. 1996.** Multidimensional scaling. *Systat.* 6: 573–606.
- (WWF Ελλάς) Υγροτόπιο νήσων. 2013.** WWF Ελλάς.  
([http://www.oikoskopio.gr/ygrotopio/general/article.php?id=17&lang=el\\_GR](http://www.oikoskopio.gr/ygrotopio/general/article.php?id=17&lang=el_GR)).
- Zalewski, M., and W. Ulrich. 2006.** Dispersal as a key element of community structure: the case of ground beetles on lake islands. *Divers. Distrib.* 12: 767–775.
- Αναστασίου, Ι. 2012.** Βιογεωγραφία και στοιχεία οικολογίας των εδαφικών Κολεοπτέρων (Οικογένειες: Carabidae - Tenebrionidae) σε βουνά της Πελοποννήσου (Διδακτορική Διατριβή).
- Ασπραδάκη, Ε. 2013.** Μελέτη βιοποικιλότητας της οικογένειας Carabidae (Κολεόπτερα, Έντομα) στον υγρότοπο του Αλμυρού Ηρακλείου: η κρυμμένη ποικιλότητα της Κρήτης (Διπλωματική εργασία).
- Βαρδινογιάννη, Κ. 1994.** Βιογεωγραφία των χερσαίων μαλακίων στο νότιο νησιωτικό αιγαιακό τόξο (Διδακτορική Διατριβή).
- Γεράκης, Π. Α. 1993.** Υγροτόποι. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (ΕΚΒΥ).
- Γιάνναρου, Χ. Κ. 2009.** Υδρολογική Διερεύνηση της Πηγής του Αλμυρού Ηρακλείου στην Κρήτη (Προπτυχιακό).
- Δωρικός, Σ. 1981.** Βασικοί υγρότοποι της χώρας. Υπουργείο Συντονισμού, Υπηρεσία Χωροταξίας και Περιβάλλοντος, Αθήνα.
- Καλτσάς, Δ. 2009.** Συγκριτική Μελέτη της Δομής Βιοκοινοτήτων Κολεοπτέρων σε Μεσογειακού Τύπου Οικοσυστήματα στην Ανατολική Μεσόγειο (Διδακτορική Διατριβή).
- Κατσαδωράκης, Γ., and Κ. Παραγκαμιάν. 2006.** Οι υγρότοποι του Αιγαίου. WWF-Ελλάς, Αθήνα.
- Κατσαδωράκης, Γ., and Κ. Παραγκαμιάν. 2007.** Απογραφή των Υγροτόπων των Νησιών του Αιγαίου: Ταυτότητα, Οικολογική Κατάσταση και Απειλές. Παγκόσμιο Ταμείο για τη Φύση - WWF Ελλάς, Αθήνα.
- Μαντζαβέλας, Α., and Γ. Ζαλίδης. 1994.** Απογραφή των ελληνικών υγροτόπων ως φυσικών πόρων (Πρώτη προσέγγιση). Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (ΕΚΒΥ).
- Μούσκου, Ε. 2014.** Η φαινολογία των εδαφικών Κολεοπτέρων της οικογένειας Carabidae στον υγρότοπο της Αλυκής Λάρνακας (Διπλωματική εργασία).
- Μυλωνάς, Μ., Κ. Παραγκαμιάν, Μ. Δρετάκης, Α. Τριχάς, Γ. Τσιουρλής, and Ε. Χατζηχαραλάμπους. 1997.** Μελέτη για την προστασία και διαχείριση του υγρότοπου Αλμυρού Ηρακλείου.
- Μυλωνάς, Μ., Κ. Παραγκαμιάν, Χ. Φασουλάς, Ζ. Κυπριωτάκης, and Γ. Γωνιανάκης. 2000.** Μελέτη βιοτόπου Αλμυρού Ηρακλείου - Τελική Έκθεση. Τεύχος 1: Ανάλυση Υφιστάμενης Κατάστασης.
- Παπαρηγορίου, Σ., Β. Hallmann, Ν. Καραβάς, Γ. Νιάδας, Γ. Μπεκιάρης, Κ. Παπαπαύλου, Γ. Σφήκας, Μ. Δρετάκης, and Χ. Λούρμπα. 2000.** Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη διαχείρισης υγροβιότοπου Αποσελέμη. ENVECO A.E., Αθήνα.
- Παραγκαμιάν, Κ. 2013.** Η κατάσταση των υγροτόπων της Κρήτης.

- Παύλου, Χ. 2013.** Η βιοποικιλότητα της οικογένειας Carabidae κατά μήκος υψομετρικής διαβάθμισης στην ανατολική πλαγιά της οροσειράς του Τροόδους (Διπλωματική εργασία).
- Τριχάς, Α. 1996.** Οικολογία και βιογεωγραφία των εδαφικών κολεοπτέρων στο νότιο Αιγαίο με έμφαση στη σύνθεση, εποχιακή και βιοτοπική διαφοροποίηση και ζωογεωγραφία των οικογενειών Carabidae και Tenebrionidae (Διδακτορική Διατριβή).

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ-ΠΙΝΑΚΕΣ

Παράρτημα I: Περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά δειγματοληπτικών σταθμών: Δειγματοληπτική επιφάνεια (σε εκτάρια), Τύπος βλάστησης, Υψόμετρο (m), Τύπος εδάφους, Διάρκεια Υδατοκάλυψης (0 έως 12, ανάλογα με την μηνιαία παρουσία νερού).

Σταθμός δειγματοληψίας	Δειγματοληπτική επιφάνεια (εκτάρια)	Βλάστηση	Υψόμετρο (σε m)	Έδαφος	Διάρκεια Υδατοκάλυψης
"FAL_Wet_Jun"	0,08	<i>Juncus</i>	1	Λάσπη	12
"FAL_Wet_San"	0,28	Αμμόφιλα	1	Άμμος	12
"PET_Wet_Fra"	0,1	<i>Phragmites</i>	2	Λάσπη	12
"ALM_Wet_ArtA"	0,22	<i>Arthrocnemum</i>	1	Λάσπη	9
"ALM_Wet_ArtB"	0,14	<i>Arthrocnemum</i>	1	Λάσπη	9
"ALM_Wet_Jun"	0,09	<i>Juncus</i>	7	Λάσπη	6
"APO_Wet_Art"	0,13	<i>Arthrocnemum</i>	1	Λάσπη	9
"APO_Wet_Jun"	0,33	<i>Juncus</i>	1	Λάσπη	9
"XER_Wet_Art"	0,25	<i>Arthrocnemum</i>	1	Λάσπη	8
"XER_Wet_Jun"	0,085	<i>Juncus</i>	1	Λάσπη	6
"XER_Mes_Mix"	0,2	Μικτή βλάστηση με υγρόφιλα και ξηρόφιλα φυτά	1	Λάσπη	3
"CHA_Wet_Mea"	0,095	Λιβιάδι	1060	Λάσπη	9
"VIA_Wet_Mea"	0,73	Λιβιάδι	1333	Λάσπη	9
"VIA_Dry_Phr"	1800	Φρύγανα	1350	Terra-rossa	0
"ALM_Dry_Phr"	650	Φρύγανα	17	Terra-rossa	0

Παράρτημα II: Οικολογικά χαρακτηριστικά κάθε είδους/υποείδους. Διατροφική συνήθεια (Θ: Θηρευτής, Π: Παμφάγο, Σ: Σπερματοφάγο), Μορφολογία φτερών από εργαστηριακή ανατομή (Β: Βραχύπτερο, Δ: Διμορφικό, Μ: Μακρόπτερο), Σωματικό μέγεθος (σε mm), Βιομάζα (σε mg), Βιοτοπική Προτίμηση (1: Παράκτιοι και αλμυροί οικοτόποι, 2: Βουνίσιοι οικοτόποι, 3: Ποτάμια με αραιή βλάστηση, 4: Παρόχθια ενδιαιτήματα, έλη βάλτους, 5: Υγρά δάση, 6: Δάση, 7: Ξηρά λιβάδια και νανόθαμνοι, 8: Σκελετικά εδάφη, σπηλιές και σχισμές, 9: Ανοικτά λιβάδια, καλλιέργειες και βοσκοτόπια), Βιοτοπική εξάπλωση (Σ: Στενοτοπικό, Ο: Ολιγοτοπικό, Ε: Ευρυτοπικό), Υγροφιλία (Ξ: Ξηρόφιλο, Μ: Μεσόφιλο, Υ: Υγρόφιλο), Αλοφιλία (ΜΑ: Μη αλόφιλο, Α: Αλόφιλο, ΑΑ: Αποκλειστικά Αλόφιλο).

Τάξη	Διατροφική συνήθεια	Μορφολογία φτερών	Σωματικό μέγεθος	Βιομάζα	Βιοτοπική προτίμηση	Βιοτοπική εξάπλωση	Υγροφιλία	Αλοφιλία
<i>Acinopus picipes</i>	Σ	Β	13,25	28,077	7,8,9	Σ	Ξ	ΜΑ
<i>Acupalpus elegans</i>	Π	Μ	4,2	1,354	1	Σ	Υ	ΑΑ
<i>Acupalpus luteatus</i>	Π	Μ	2,75	0,443	3,4	Σ	Υ	Α
<i>Agonum marginatum</i>	Θ	Μ	9,95	13,186	1,3,4	Σ	Υ	Α
<i>Agonum nigrum</i>	Θ	Μ	8,25	8,042	4,5	Σ	Υ	Α
<i>Agonum permoestum</i>	Θ	Μ	9,05	10,267	1,3,4	Σ	Υ	ΑΑ
<i>Agonum thoreyi</i>	Θ	Μ	7,4	6,036	1,4,5	Σ	Υ	Α
<i>Agonum viridicupreum</i>	Θ	Μ	7,8	6,936	3,4,5	Σ	Υ	Α
<i>Amara aenea</i>	Π	Μ	7,1	5,412	1,6,7,8,9	Ε	Ξ	ΜΑ
<i>Amara apricaria</i>	Π	Μ	7,5	6,254	1,4,7,8,9	Ε	Ξ	ΜΑ
<i>Amara eurynota</i>	Σ	Μ	10,75	16,171	6,7,8,9	Ε	Μ	ΜΑ
<i>Amara tricuspidata</i>	Σ	Μ	8,05	7,538	4,5,7,9	Ε	Ξ	ΜΑ
<i>Amblystomus metallescens</i>	Π	Μ	3,6	0,902	1	Ο	Μ	ΑΑ
<i>Anisodactylus intermedius</i>	Π	Μ	12,5	24,076	3,4	Σ	Υ	Α
<i>Anisodactylus poeciloides poeciloides</i>	Σ	Μ	11,85	20,911	1	Σ	Υ	ΑΑ
<i>Anthracus quarnerensis</i>	Π	Μ	3,75	1	3,4	Σ	Υ	Α
<i>Asaphidion stierlini</i>	Θ	Μ	4,1	1,271	9	Σ	Υ	Α
<i>Bembidion axillare</i>	Θ	Μ	3,2	0,661	1,3,4	Σ	Υ	Α
<i>Bembidion curtulum</i>	Θ	Δ	3,9	1,114	1,2,3,4	Ο	Υ	Α
<i>Bembidion inoptatum</i>	Θ	Μ	4,9	2,034	2,3,4	Σ	Υ	Α
<i>Bembidion iricolor</i>	Θ	Μ	4,75	1,874	1,3,4	Σ	Υ	ΑΑ
<i>Bembidion laetum</i>	Θ	Μ	4,35	1,486	1	Σ	Υ	Α

<i>Bembidion lampros</i>	Θ	B	3,6	0,902	1,2,3,4,7,9	E	M	MA
<i>Bembidion latiplaga</i>	Θ	M	3,0	0,557	1,3,4	Σ	Y	A
<i>Bembidion lunulatum</i>	Θ	M	3,95	1,159	1,3,4,5,8,9	O	M	A
<i>Bembidion subcostatum creticum</i>	Θ	M	5,0	2,145	1,3,4	Σ	Y	A
<i>Bembidion subfasciatum</i>	Θ	M	2,7	0,422	1,4	Σ	Y	AA
<i>Bembidion tethys</i>	Θ	M	3,45	0,806	1,3,4	Σ	Y	AA
<i>Brachinus ejaculans</i>	Θ	M	10,5	15,197	3,4	Σ	Y	A
<i>Brachinus plagiatus</i>	Θ	M	9,2	10,722	1,9	Σ	M	AA
<i>Brachinus psophia</i>	Θ	M	8,0	7,415	3,4	Σ	M	A
<i>Bradycellus distinctus</i>	Π	B	5,0	2,145	1,3,4	Σ	M	A
<i>Calathus cinctus</i>	Θ	B	8,75	9,393	1,7,9	E	≡	MA
<i>Calathus circumseptus</i>	Θ	M	12,4	23,571	3,9	O	M	MA
<i>Calathus fuscipes graecus</i>	Π	B	13,5	29,497	1,4,6,7,9	E	≡	MA
<i>Calathus mollis mollis</i>	Θ	Δ	8,0	7,415	1,7,9	O	≡	MA
<i>Calomera littoralis winkleri</i>	Θ	M	13,5	29,497	1,3	O	M	A
<i>Carabus banoni</i>	Θ	B	26,5	174,876	2,3,4,5,6,7,9	E	≡	MA
<i>Carterus dama</i>	Σ	M	7,5	6,254	2,7,9	O	≡	MA
<i>Chlaenius decipiens</i>	Θ	M	13,8	31,258	3,4	Σ	M	MA
<i>Chlaenius festivus festivus</i>	Θ	M	15,55	42,835	3,4	Σ	Y	A
<i>Chlaenius vestitus</i>	Θ	M	10,5	15,197	1,2,3,4	O	Y	A
<i>Clivina ypsilon</i>	Θ	M	5,65	2,962	1	Σ	M	AA
<i>Cymindis axillaris axillaris</i>	Θ	B	9,75	12,498	7,9	O	≡	MA
<i>Cymindis lineata</i>	Θ	B	8,0	7,415	2,7,9	O	≡	MA
<i>Cymindis ornata</i>	Θ	B	6,6	4,463	3,9	O	M	MA
<i>Diachromus germanus</i>	Σ	M	9,2	10,722	7,9	O	M	AA
<i>Dicheirotrichus lacustris</i>	Π	M	7,25	5,719	1	Σ	Y	AA
<i>Dicheirotrichus obsoletus</i>	Π	M	7,85	7,054	1	Σ	Y	AA

<i>Distichus planus</i>	Θ	M	15,5	42,472	1	Σ	M	A
<i>Ditomus calydonius calydonius</i>	Σ	M	15,8	44,676	7,9	Σ	≡	MA
<i>Dixus eremita</i>	Σ	M	8,7	9,252	7,9	Σ	≡	MA
<i>Drypta dentata</i>	Θ	M	7,7	6,704	4,6,9	O	M	MA
<i>Dyschirius apicalis</i>	Θ	M	3,5	0,837	1	Σ	M	AA
<i>Dyschirius cylindricus hauseri</i>	Θ	M	3,9	1,822	1	Σ	M	AA
<i>Harpalus attenuatus</i>	Σ	M	9,3	11,033	1,7,9	E	M	A
<i>Harpalus distinguendus distinguendus</i>	Π	M	8,85	9,68	7,9	O	M	MA
<i>Harpalus rufipes</i>	Σ	M	14,45	35,295	1,4,6,7,9	E	≡	MA
<i>Harpalus tenebrosus</i>	Σ	M	10,65	15,777	6,7,9	O	≡	MA
<i>Laemostenus complanatus</i>	Θ	M	14,75	37,262	3,8	O	M	MA
<i>Licinus aegyptiacus</i>	Θ	M	13,7	30,664	1,3,7	O	M	A
<i>Megacephala euphratica euphratica</i>	Θ	M	20,0	83,219	1	Σ	Y	AA
<i>Microlestes corticalis</i>	Θ	M	2,85	0,487	1,2,7,8,9	O	≡	MA
<i>Microlestes luctuosus luctuosus</i>	Θ	M	2,65	0,406	1,2,7,8,9	O	≡	MA
<i>Microlestes maurus maurus</i>	Θ	M	2,8	0,464	1,6,7,8,9	O	≡	MA
<i>Microlestes negrita negrita</i>	Θ	M	2,7	0,422	1,2,7,8,9	O	≡	MA
<i>Nebria testacea</i>	Θ	M	11,0	17,182	2,3,7	O	M	MA
<i>Notiophilus geminatus</i>	Θ	B	5,25	2,44	7,9	Σ	≡	MA
<i>Ocys harpaloides</i>	Θ	M	4,75	1,874	4,5	Σ	M	MA
<i>Olisthopus fuscatus</i>	Σ	M	5,3	2,502	3,4,9	O	M	A
<i>Ophonus puncticeps</i>	Σ	M	8,9	9,824	1,7,9	Σ	M	MA
<i>Ophonus puncticollis</i>	Σ	M	7,3	5,823	7,9	Σ	M	MA
<i>Ophonus subquadratus</i>	Σ	M	8,6	8,974	7,9	Σ	≡	MA
<i>Paradromius linearis</i>	Θ	B	4,7	1,822	1,4,6,7,8,9	E	≡	MA
<i>Parophonus hirsutulus</i>	Σ	M	9,05	10,267	2,9	O	M	MA
<i>Parophonus maculicornis</i>	Σ	M	6,1	3,625	7,9	Σ	≡	MA

<i>Philorhizus crucifer crucifer</i>	Θ	Δ	3,5	0,837	1,2,5,7,8	Ο	≡	MA
<i>Platyderus jedlickai</i>	Π	B	6,85	4,923	1,2,3,4,5,6,7,8,9	E	≡	MA
<i>Platytarus faminii faminii</i>	Θ	Δ	7,75	6,819	1,3,4	Σ	Υ	A
<i>Poecilus cupreus cupreus</i>	Π	M	12,8	25,631	1,3,4,7,9	Ο	M	MA
<i>Pogonus chaldeus chaldeus</i>	Θ	M	6,9	5,019	1	Σ	Υ	AA
<i>Polistichus connexus</i>	Θ	M	8,0	7,415	4,7,9	Ο	M	MA
<i>Polyderis brevicornis</i>	Θ	M	1,8	0,082	1,3,4	Σ	Υ	A
<i>Scarites procerus eurytus</i>	Θ	M	39,0	484,817	1,4	Σ	Υ	AA
<i>Scarites terricola terricola</i>	Θ	M	17,2	55,895	1,3,4	Σ	Υ	AA
<i>Siagona europaea</i>	Θ	M	11,0	17,185	3,7,9	Ο	M	MA
<i>Sirdenus grayii</i>	Θ	M	5,0	2,145	1,3,8	Σ	Υ	AA
<i>Stenolophus abdominalis persicus</i>	Π	M	6,7	4,644	1,3,4	Σ	Υ	A
<i>Stenolophus marginatus</i>	Π	M	5,7	3,031	3,4	Σ	Υ	A
<i>Stenolophus teutonius</i>	Π	M	7,0	5,213	3,4,8,9	Σ	Υ	A
<i>Syntomus impressus impressus</i>	Θ	Δ	3,4	0,775	2,7,9	E	≡	MA
<i>Syntomus obscuroidguttatus</i>	Θ	M	3,45	0,806	1,2,5,6,7	E	M	MA
<i>Tachys bistriatus</i>	Θ	M	2,1	0,217	3,4,9	Σ	Υ	A
<i>Tachys atratus</i>	Θ	M	2,35	0,293	1	Σ	Υ	AA
<i>Tachys scutellaris</i>	Θ	M	2,6	0,382	1	Σ	Υ	AA
<i>Tachyura haemorrhoidalis</i>	Θ	M	2,15	0,231	1,3,4	Σ	Υ	A
<i>Tapinopterus creticus creticus</i>	Θ	B	18,1	63,947	2,6,7,8,9	Ο	≡	MA
<i>Tapinopterus marani marani</i>	Θ	B	17,1	55,041	2,6,7,8,9	Ο	≡	MA
<i>Tapinopterus stepaneki stepaneki</i>	Θ	B	13,6	30,077	2,6,7,8,9	Ο	≡	MA
<i>Trechus crucifer</i>	Θ	M	3,25	0,688	3,6	Ο	M	MA
<i>Trechus quadristriatus</i>	Π	M	4,5	1,625	1,3,4,7,9	E	M	MA
<i>Tschitscherinellus cordatus minos</i>	Σ	M	17,4	57,626	7,9	Ο	≡	MA
<i>Zabrus oertzeni</i>	Σ	B	13,0	26,701	2,7	Ο	≡	MA



<i>Zabrus graecus convexus</i>	Σ	B	11,3	18,446	7,9	Ο	Ξ	ΜΑ
<i>Zuphium olens</i>	Θ	M	9,35	11,19	1,3,4	Σ	Υ	Α

Παράρτημα ΙΙΙ: Τιμές του W των καμπυλών ABC (καμπύλες αφθονίας/βιομάζας).

Σταθμοί μελέτης	Τιμή W
"ALM_Wet_ArtA"	0,376
"ALM_Wet_ArtB"	0,573
"ALM_Wet_Jun"	0,513
"APO_Wet_Art"	0,277
"APO_Wet_Jun"	0,401
"PET_Wet_Fra"	0,246
"FAL_Wet_Jun"	0,489
"FAL_Wet_San"	0,299
"XER_Wet_Art"	0,249
"XER_Wet_Jun"	0,239
"VIA_Wet_Mea"	0,288
"CHA_Wet_Mea"	0,238
"ALM_Dry_Phr"	0,394
"XER_Mes_Mix"	0,492
"VIA_Dry_Phr"	0,410

Παράρτημα IV: Ποσοστά ανομοιότητας των σταθμών μελέτης χρησιμοποιώντας των δείκτη ανομοιότητας Sørensen. Με κόκκινη γραμματοσειρά οι σταθμοί με τα χαμηλότερα ποσοστά ανομοιότητας.

Σταθμοί	"ALM_Wet_ArtA"	"ALM_Wet_ArtB"	"ALM_Wet_Jun"	"APO_Wet_Art"	"APO_Wet_Jun"	"PET_Wet_Fra"	"FAL_Wet_Jun"	"FAL_Wet_San"	"XER_Wet_Art"	"XER_Wet_Jun"	"VIA_Wet_Mea"	"CHA_Wet_Mea"	"ALM_Dry_Phr"	"XER_Mes_Mix"
"ALM_Wet_ArtB"	58,49													
"ALM_Wet_Jun"	52	65,96												
"APO_Wet_Art"	73,68	71,43	75											
"APO_Wet_Jun"	45,1	58,33	68,89	39,39										
"PET_Wet_Fra"	90,91	90,24	73,68	92,31	79,49									
"FAL_Wet_Jun"	73,58	76	74,47	94,29	75	80,49								
"FAL_Wet_San"	65,38	71,43	73,91	82,35	70,21	80	38,78							
"XER_Wet_Art"	70,83	64,44	76,19	86,67	76,74	83,33	82,22	72,73						
"XER_Wet_Jun"	85	72,97	70,59	90,91	82,86	71,43	78,38	77,78	37,5					
"VIA_Wet_Mea"	86,96	76,74	75	78,57	85,37	82,35	67,44	80,95	78,95	73,33				
"CHA_Wet_Mea"	89,47	88,57	87,5	80	81,82	84,62	82,86	82,35	86,67	81,82	64,29			
"ALM_Dry_Phr"	83,78	76,47	74,19	68,42	81,25	92	100	87,88	79,31	90,48	77,78	78,95		
"XER_Mes_Mix"	71,43	60,87	81,4	67,74	63,64	94,59	78,26	77,78	51,22	69,7	74,36	87,1	66,67	
"VIA_Dry_Phr"	84,21	82,86	93,75	90	87,88	92,31	100	88,24	80	90,91	71,43	80	78,95	80,65