



ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΚΡΗΤΗΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ  
ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ  
ΕΡΕΥΝΩΝ



Διδρυματικό Πρόγραμμα  
Μεταπτυχιακών Σπουδών



Η πανίδα των Ορθοπτέρων της Κρήτης: νέα δεδομένα και μια  
προκαταρκτική βιογεωγραφική ανάλυση  
Νεφέλη Κωτίτσα

Μεταπτυχιακή Εργασία Ειδίκευσης

Ηράκλειο, Μάρτιος 2020

Υπεύθυνος καθηγητής:

Μωσής Μυλωνάς, Ομότιμος Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης

Επιβλέπων:

Απόστολος Τριχάς, Έφορος συλλογών Αρθροπόδων, Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής:

Μωσής Μυλωνάς, Ομότιμος Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης

Απόστολος Τριχάς, Έφορος Συλλογών Αρθροπόδων, Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης

Πουλακάκης Νικόλαος, Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης

# Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	vi
Περίληψη.....	1
1. Εισαγωγή.....	2
1.1 Σκοπός.....	2
1.2 Περιοχή μελέτης.....	2
1.2.1 Γενικά Στοιχεία .....	2
1.2.2 Παλαιογεωγραφική ιστορία .....	3
1.2.3 Κλίμα.....	4
1.2.4 Οικοσυστήματα.....	5
1.2.5 Επίδραση του ανθρώπου .....	6
1.3 Οργανισμοί μελέτης.....	6
1.3.1 Ιστορικά-πολιτιστικά στοιχεία για τα Ορθόπτερα .....	6
1.3.2 Εξελικτική ιστορία .....	7
1.3.3 Συστηματική κατάταξη Ορθοπτέρων.....	8
1.3.4 Μορφολογία Ορθοπτέρων .....	9
1.3.5 Μηχανισμοί παραγωγής και υποδοχής ήχου.....	11
1.3.6 Φαινολογία και κύκλος ζωής .....	11
1.3.7 Γενική οικολογία των Ορθοπτέρων .....	12
1.3.8 Επίδραση υψομέτρου στην Ορθοπτεροπανίδα .....	13
1.3.9 Αξία Ορθοπτέρων ως οικολογικοί δείκτες.....	14
1.3.10 Η ορθοπτεροπανίδα της Ελλάδας και της Κρήτης.....	16
1.3.11 Η έρευνα των Ορθοπτέρων στην Κρήτη.....	17
1.3.12 Βιογεωγραφία των Ορθοπτέρων .....	18
1.4 Η χρήση των παγίδων παρεμβολής για τη σύλληψη Ορθοπτέρων .....	24
2. Υλικά-Μέθοδοι .....	26
2.1 Βιβλιογραφική ανασκόπηση .....	26
2.2 Δειγματοληπτικές μέθοδοι κατά τη συλλογή των δειγμάτων του ΜΦΙΚ.....	26
2.2.1 Χρήση παγίδων παρεμβολής.....	27
2.2.2 Άλλες δειγματοληπτικές μέθοδοι.....	28
2.3 Αποθήκευση και Αναγνώριση δειγμάτων ΜΦΙΚ.....	28
2.3.1 Αποθήκευση δειγμάτων .....	28
2.3.2 Ταξινόμηση δειγμάτων και προσδιορισμοί ειδών.....	28

2.3.3 Ταξινομικές δυσκολίες και προκλήσεις .....	29
2.4 Εξαπλώσεις ειδών και ορισμοί χωροτύπων .....	31
2.5 Βιο-μορφές (Life forms) ειδών: κατηγοριοποίηση των κρητικών ειδών.....	33
2.6 Κατηγορίες κινδύνου των ειδών .....	34
2.7 Μελέτη της κατανομής των ειδών εντός της Κρήτης .....	34
2.7.1 Χρήση του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών UTM.....	34
2.7.2 Χάρτες κατανομών.....	36
2.8 Στατιστικές αναλύσεις.....	37
2.8.1 Χρήση ποσοτικών δεδομένων.....	37
2.8.2 Συγκρίσεις και ομοιότητες μεταξύ περιοχών.....	37
2.8.3 Επίδραση υψομέτρου στην πανίδα .....	39
3. Αποτελέσματα.....	41
3.1 Αποτελέσματα βιβλιογραφικής αποδελτίωσης.....	41
3.2 Αποτελέσματα της ταξινόμησης των δειγμάτων του ΜΦΙΚ .....	42
3.2.1 Αριθμός ειδών ανά γεωγραφική ενότητα.....	42
3.2.2 Γενικά ευρήματα .....	42
3.2.3 Αποτελέσματα ταξινομικού ενδιαφέροντος.....	46
3.3 Τα Ορθόπτερα της Κρήτης (Νέα δεδομένα–Συστηματική–Κατανομές).....	49
3.3.1 Ensifera .....	50
3.3.2 Caelifera .....	71
3.4 Τα Ορθόπτερα των δορυφορικών νησιών και νησίδων της Κρήτης.....	72
3.4.1 Γαύδος.....	72
3.4.2 Δία .....	73
3.4.3 Λοιπές νησίδες .....	74
3.4 Βιο-μορφές (life-forms) των Ορθοπτέρων της Κρήτης .....	74
3.4.1 Ικανότητα πτήσης και υποτάξεις.....	76
3.5 Αναλύσεις χωροτύπων .....	76
3.6 Πανιδικές διαφοροποιήσεις κατά μήκος του υψομέτρου.....	78
3.6.1 Σχέση αριθμού ειδών-υψομέτρου .....	78
3.6.2 Ομοιότητες μεταξύ υψομετρικών ζωνών.....	79
3.6.3 Σχέση μεταξύ υψομέτρου και χωροτύπων των ειδών.....	80
3.6.4 Σχέση μεταξύ υψομέτρου και βιοτικών μορφών των ειδών .....	83
3.6.5 Σχέση μεταξύ υψομέτρου και ικανότητας πτήσης των ειδών.....	83

3.7 Γεωγραφικά πρότυπα των Ορθοπτέρων της Κρήτης.....	84
3.7.1 Ομαδοποίηση ορεινών όγκων .....	84
3.8 Κατηγορίες κινδύνου για τα είδη της Κρήτης.....	88
4. Συζήτηση.....	89
4.1 Η συμβολή του ΜΦΙΚ και η αξία των παγίδων παρεμβολής στην μελέτη των Ορθοπτέρων στην Κρήτη.....	89
4.1.1 Σύγκριση ειδών που εντοπίστηκαν βιβλιογραφικά με τα δείγματα του ΜΦΙΚ.....	89
4.1.2 Παγίδες παρεμβολής στη μελέτη των Ορθοπτέρων.....	90
4.1.3 Είδη απόντα από τη συλλογή του ΜΦΙΚ.....	92
4.2 Πρότυπα ενδημισμού .....	93
4.2.1 Ο ενδημισμός των Ορθοπτέρων στα νησιά της Μεσογείου .....	93
4.2.2 Κυριαρχία ενδημικών ειδών στην Κρήτη .....	93
4.3 Επίδραση υψομέτρου στην Ορθοπτεροπανίδα .....	94
4.3.1 Υψομετρικά πρότυπα στα Ορθόπτερα .....	95
4.3.2 Υψομετρικά πρότυπα στην Κρήτη.....	96
4.3.3 Σχέση υψομέτρου με βιολογικά και οικολογικά χαρακτηριστικά των ειδών .....	98
4.4 Βιογεωγραφικά πρότυπα των Ορθοπτέρων της Κρήτης σε σχέση με την Ανατολική Μεσόγειο .....	98
<i>Eupholidoptera</i> .....	98
<i>Poecilimon</i> .....	100
<i>Gryllotalpa</i> .....	100
Τα Ορθόπτερα των δορυφορικών νησιών και νησίδων της Κρήτης.....	101
Σύγκριση με τα βιογεωγραφικά πρότυπα άλλων συστηματικών ομάδων ....	101
4.5 Βιογεωγραφικά πρότυπα Ορθοπτέρων εντός της Κρήτης .....	102
5. Συμπεράσματα .....	103
5.1 Ταξινομικά ευρήματα.....	103
5.2 Συμβολή παγίδων παρεμβολής .....	104
5.3 Οικολογικά ευρήματα .....	104
5.4 Βιογεωγραφικά ευρήματα .....	104
5.5 Μελλοντική έρευνα.....	105
6. Βιβλιογραφία.....	106
7. Παραρτήματα .....	118

Παράρτημα 1. Πίνακας ειδών της Κρήτης.....	118
Παράρτημα 2. Χάρτες των ορεινών όγκων και ειδών της Κρήτης.....	120
2.1 Χάρτης που απεικονίζει τους 6 ορεινούς όγκους της Κρήτης .....	120
2.2 Χάρτες κατανομής των ειδών της Κρήτης που δεν συμπεριλήφθηκαν στον κορμό της εργασίας.....	121
Παράρτημα 3. Εργασίες στις οποίες περιλαμβάνονται αναφορές για Ορθόπτερα στην Κρήτη με αλφαβητική σειρά .....	148

# Πρόλογος

Η διπλωματική αυτή εργασία έλαβε χώρα στο Εργαστήριο Αρθροπόδων του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης, στο πλαίσιο του Διϊδρυματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Περιβαλλοντικής Βιολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης. Η εργασία αυτή δε θα είχε πραγματοποιηθεί ούτε ολοκληρωθεί ποτέ χωρίς τη συμβολή πολλών υπέροχων ανθρώπων (και τριών υπέροχων γατιών!).

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον υπεύθυνο καθηγητή της διατριβής μου κ. Μωυσή Μυλωνά, χωρίς τον οποίο δε θα υπήρχε καν η ιδέα της εργασίας, για την εμπιστοσύνη, τη στήριξη και τα σχόλιά του σε όλη τη διάρκεια της διπλωματικής. Επίσης τον ευχαριστώ πολύ που με πήρε σε διάφορες εκδρομές στις οποίες δεν ήταν ακριβώς... «απαραίτητο» να πάω!

Φυσικά ευχαριστώ τον επιβλέπων μου κ. Αποστόλη Τριχά που ήταν συνέχεια πλάι μου με τις αστείρευτες γνώσεις του, βοηθώντας, καθοδηγώντας, δίνοντας πολύτιμες ιδέες, και γενικά τον ευχαριστώ για όλα! Ο ενθουσιασμός του για το αντικείμενο μεταδόθηκε σε μένα από την πρώτη στιγμή που μιλήσαμε, και οι διαρκείς μας συζητήσεις έκαναν ένα άτομο που δεν είχε καμία επαφή με τα έντομα να τα αγαπήσει βαθιά.

Να ευχαριστήσω θερμά και τους Luc Willemse και Jos Tilmans για τον ενθουσιασμό, την προθυμία τους να συνεργαστούμε και τις πολύτιμες πληροφορίες τους. Χωρίς αυτούς, η εργασία μου θα είχε σημαντικές ελλείψεις.

Ευχαριστώ τον κ. Πουλακάκη που δέχτηκε να είναι εξεταστής μου, και για τις βοηθητικές παρατηρήσεις του. Τον κ. Νικολακάκη που με βοήθησε με τόση προθυμία με το ArcGIS και οτιδήποτε έχει σχέση με υπολογιστές, την κ. Βαρδινογιάννη για τις παρατηρήσεις της, και την κ. Καρδάκη για τη βοήθειά της στα τεχνικά ζητήματα του εργαστηρίου. Να ευχαριστήσω επίσης όλα τα άτομα του ΜΦΙΚ που πραγματοποίησαν τις δειγματοληψίες των δειγμάτων που μελέτησα, οι οποίοι ξεχώρισαν και αποθήκευσαν δείγματα που δεν αφορούσαν τις δικές τους μελέτες... και που μετά από τόσα χρόνια αποδείχτηκαν πολύτιμα!

Εννοείται πως χιλιοευχαριστώ όλο το εργαστήριο αρθροπόδων (Χριστόφορος Παύλου, Βαλεντίνη Χρηστάκη, Γιάννης Μπολανάκης, Πάνος Κοντός, Αλίκη Δέλτα)! Όχι μόνο άντεξαν τη μουρμούρα, το άγχος και την παραξενιά μου, αλλά γίναμε καλοί φίλοι και με βοήθησαν, πρακτικά και ψυχολογικά, σε όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού μου. Πλάι σε αυτούς δε μπορώ να μην ευχαριστήσω όλους τους φίλους, παλιούς και νέους, εντός και εκτός Ηρακλείου, που χάρη σε αυτούς ο ενάμιση χρόνος του μεταπτυχιακού μου ήταν κάτι πολύ παραπάνω από μαθήματα και εργαστήρια.

Τέλος ευχαριστώ την οικογένειά μου, δίποδη και τετράποδη. Τους γονείς μου για την αμέριστη και άνευ όρων ψυχολογική και υλική (τόσα πολλά ταπεράκια φαγητού!) στήριξη ακόμη και στις χειρότερες στιγμές μου και τον αδελφό μου, για τους οποίους δε χρειάζεται να πω εδώ περισσότερα, τα ξέρουν ήδη. Δεν ξεχνώ επίσης και τα τρία μου γατιά (Λουίτζι, Θέλμα, Χιόνι) για τη συντροφιά και τις απίθανες αγχολυτικές τους ικανότητες!

# Περίληψη

Η Ορθοπτερική πανίδα της Κρήτης αποτελείται από 73 είδη, 18 από τα οποία είναι ενδημικά της Κρήτης και άλλα 3 ενδημικά της Κρήτη και των γύρω νησιωτικών συγκροτημάτων. Ο πρώτος ολοκληρωμένος κατάλογος των Ορθοπτέρων στην Κρήτη δημοσιεύτηκε το 1927 από τον Ramme, και ανανεώθηκε το 1976 από τους Willemse & Kruseman. Ο σκοπός της παρούσας εργασίας περιλαμβάνει την καταγραφή της ορθοπτεροπανίδας της Κρήτης και των δορυφορικών της νησίδων, των εξαπλώσεων των ειδών σε αυτή, και την αναζήτηση πανιδικών συγγενειών μεταξύ των περιοχών του νησιού και μεταξύ της Κρήτης και της ανατολικής Μεσογείου. Σε επίπεδο οικολογίας αποσκοπεί στη μελέτη της επίδρασης του υψομέτρου στην πανίδα και την εξέταση της καταλληλότητας των παγίδων παρεμβολής για την μελέτη των Ορθοπτέρων.

Χρησιμοποιήθηκαν δύο πηγές δεδομένων: οι δημοσιευμένες αναφορές για την Κρήτη από το 1854 μέχρι σήμερα, και τα Ορθόπτερα από τη συλλογή του ΜΦΙΚ τα οποία ταξινομήθηκαν στην παρούσα εργασία. Ο συνδυασμός τους χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή χαρτών κατανομής για τα είδη, για αναλύσεις χωροτύπων και βιομορφών, για την μελέτη της επίδρασης του υψομέτρου στην ορθοπτεροπανίδα με ραβδογράμματα και αναλύσεις όπως η ANOSIM, και για αναλύσεις ομαδοποιήσεων μεταξύ περιοχών ώστε να αναδειχτούν πρότυπα κατανομών στο νησί.

Αναγνωρίστηκαν 19.740 άτομα από τη συλλογή του ΜΦΙΚ από όλα τα κυρίαρχα οικοσυστήματα του νησιού και 771 δειγματοληπτικές προσπάθειες. Καθώς πάνω από το 90% των δειγμάτων έχουν συλλεχθεί με παγίδες παρεμβολής, κυριαρχούν εδαφόβια είδη που συχνά παραβλέπονται από τις κλασσικές μεθόδους δειγματοληψίας Ορθοπτέρων. Ως αποτέλεσμα, τα 65 είδη που αναγνωρίστηκαν περιλαμβάνουν 5 είδη που δεν έχουν καταγραφεί ξανά στην Κρήτη και τα θηλυκά 4 ειδών που ήταν γνωστά μόνο από αρσενικά άτομα. Οι παγίδες παρεμβολής αποδείχτηκαν κατάλληλες για την ποιοτική περιγραφή όλων των βιομορφών της Κρήτης, αν και ποσοτικά έδωσαν αυξημένες αφθονίες γεωβιόντων και θαμνοβιόντων ειδών. Δεν είναι ξεκάθαρο αν αυτό απεικονίζει τις πραγματικές σχετικές αφθονίες στο νησί ή αν είναι αποτέλεσμα της τεχνητής έμφασης των παγίδων σε αυτές τις βιομορφές. Όσον αφορά τα βιογεωγραφικά πρότυπα, η ορθοπτερική πανίδα της Κρήτης εμφανίζει συγγένεια με τις Κυκλάδες, τα Αντικύθηρα και την Κάρπαθο. Επιπλέον εμφανίζει συγγένειες με την Ανατολία και μια απουσία συγγένειας με την Πελοπόννησο και τη Στερεά Ελλάδα, όπως μαρτυρούν και τα γένη *Eupholidoptera* και *Poecilimon*. Οι σχέσεις αυτές παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον, καθώς η απομόνωση της Κρήτης από την Πελοπόννησο έλαβε χώρα μετά την απομόνωσή της από τις άλλες περιοχές, και πολλές συστηματικές ομάδες που έχουν μελετηθεί δείχνουν πως η Κρήτη είναι συγγενική της Πελοποννήσου. Τέλος, η αύξηση του υψομέτρου προκαλεί την εκθετική μείωση του αριθμού ειδών των Ορθοπτέρων, με ταυτόχρονη αύξηση του ποσοστού των ενδημικών και άπτερων ειδών. Διακρίνονται δύο πανιδικές ζώνες στο νησί: μία από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι το δασοόριο και μία άνωθεν του δασοορίου. Παρόμοιο πρότυπο έχουν εμφανίσει και άλλες συστηματικές ομάδες στο νησί, όπως τα φυτά και οι αράχνες.



# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Σκοπός

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας κινείται γύρω από 3 άξονες: ταξινομική, βιογεωγραφία και οικολογία. Σε ταξινομικό επίπεδο στοχεύει στην καταγραφή της ορθοπτεροπανίδας της Κρήτης και των δορυφορικών νησίδων της, και την πιθανή προσθήκη νέων ειδών στην ήδη υπάρχουσα λίστα ειδών της. Στον τομέα της βιογεωγραφίας θα αναζητηθούν συνάφειες ορεινών όγκων και συγκεκριμένων περιοχών μεταξύ τους, καθώς και πανιδικές διαφοροποιήσεις στους άξονες Βορρά-Νότου και Ανατολής-Δύσης, ενώ θα καταγραφούν οι εξαπλώσεις των ειδών στην Κρήτη. Επιπλέον, θα ερευνηθούν οι συνάφειες της Κρήτης με τις γύρω περιοχές της νησιωτικής και ηπειρωτικής Ελλάδας και της ευρύτερης Ανατολικής Μεσογείου. Σε οικολογικό επίπεδο θα διερευνηθεί η επίδραση του υψομέτρου στις κατανομές και την πανίδα του νησιού, και το φάσμα των βιομορφών των Ορθοπτέρων. Τέλος, θα εξεταστεί η καταλληλότητα των παγίδων παρεμβολής στην συλλογή και μελέτη των Ορθοπτέρων.

## 1.2 Περιοχή μελέτης

### 1.2.1 Γενικά Στοιχεία

Η Κρήτη είναι το μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας, με έκταση 8.400km<sup>2</sup> και το πέμπτο μεγαλύτερο της Μεσογείου (Vogiatzakis & Rackham 2008). Το μέγιστο μήκος της είναι 260km και το μέγιστο πλάτος 60km. Συναντάται στο νοτιότερο μέρος της χώρας και είναι μέρος του νοτιοαιγαιακού τόξου, με τα βόρεια παράλια της να βρέχονται από το Αιγαίο Πέλαγος, ενώ τα νότια από το Λιβυκό.

Χαρακτηριστικό του νησιού είναι η μεγάλη ποικιλία ενδιαιτημάτων και κλιματικών συνθηκών του, η οποία οφείλεται στην ιδιαίτερη τοπογραφία του (Rackham & Moody 1996). Η Κρήτη διαθέτει έντονο νησιωτικό χαρακτήρα στις παραθαλάσσιες περιοχές της, αλλά λόγω των πολλών και ψηλών βουνών, στο εσωτερικό ο χαρακτήρας της μετατρέπεται σε ηπειρωτικό.

Ορεινοί όγκοι: Πιο συγκεκριμένα, το 39% της έκτασής της έχει υψόμετρο άνω των 400m, 12,5% άνω των 800 m και 1,6% πάνω από 1600 m (Χατζάκη 2003). Υπάρχουν πέντε κύριοι ορεινοί όγκοι, από ανατολή προς δύση: η Θρυπτή, η Δίκητη, τα Αστερούσια, ο Ψηλορείτης και τα Λευκά Όρη. Η υψηλότερη κορυφή βρίσκεται στον Ψηλορείτη (2.456m), αλλά ο μεγαλύτερος ορεινός όγκος είναι τα Λευκά Όρη, με ψηλότερη κορυφή τις Πάχνες (2.453m) και άλλες 56 κορυφές πάνω από τα 2000m (Χατζάκη 2003).

Εσωτερικά ύδατα: Η Κρήτη διαθέτει περιορισμένο αριθμό εσωτερικών υδάτων. Η λίμνη του Κουρνά στο νομό Χανίων είναι η μοναδική φυσική λίμνη, ενώ υπάρχει ένας

αριθμός τεχνητών λιμνών όπως το φράγμα των Μπραμειανών, του Αποσελέμη και της Αγιάς. Τα ρέοντα ύδατα συνίστανται κυρίως από χειμάρρους, αλλά υπάρχουν και λίγα μικρά ποτάμια μόνιμης ροής (Γεροπόταμος, Αναποδάρης, Κοιλιάρης, Κουρταλιώτης κ.ά.) (Χατζάκη 2003).

Δορυφορικές νησίδες: Γύρω από την Κρήτη υπάρχουν περίπου 36 δορυφορικές νησίδες, εκ των οποίων ορισμένες είναι η Γαύδος και η Γαυδοπούλα, η Δία, οι Διονυσάδες, τα Κουφονήσια, η Χρυσή, τα Παξιμάδια και η Ήμερη Γραμβούσα. Οι νησίδες αυτές διαθέτουν κατά κύριο λόγο βραχώδες υπόστρωμα με ημιορεινό ανάγλυφο και έντονη ξηρασία (εντονότερη από την Κρήτη) (Bergmeier et al. 2001, Vogiatzakis & Rackham 2008).

Μεγαλύτερη νησίδα με έκταση 32km<sup>2</sup>, μέγιστο υψόμετρο 382m και η μοναδική με μόνιμους κατοίκους είναι η Γαύδος, το νοτιότερο νησί της Ελλάδας και της Ευρώπης (Tilmans 2002, Vogiatzakis & Rackham 2008), η οποία βρίσκεται 40km νότια της Χώρας Σφακίων. Η θάλασσα ανάμεσά τους φτάνει σε βάθη 1100-1500m, γεγονός που μαρτυρά ότι το νησί είναι γεωγραφικά απομονωμένο από την Κρήτη (Vogiatzakis & Rackham 2008). Η νήσος Γαυδοπούλα βρίσκεται 7km μακριά της και έχει έκταση 2.7km (Χατζάκη 2003).

Η Δία (11.82km έκταση και μέγιστο υψόμετρο 268m), βρίσκεται βόρεια της πόλης του Ηρακλείου, ενώ η Χρυσή (4.6km έκταση και μέγιστο υψόμετρο 27m) και τα Κουφονήσια (3.9km έκταση και μέγιστο υψόμετρο 64m) βρίσκονται νότια και ανατολικά της Ιεράπετρας αντίστοιχα (Bergmeier et al. 2001). Οι νησίδες αυτές είναι άνυδρες, και το κλίμα τους είναι ξηρότερο από την υπόλοιπη Κρήτη (Bergmeier et al. 2001, Χατζάκη 2003).

Ασυμμετρία βορρά-νότου-ανατολής-δύσης: Ιδιαίτερο στοιχείο της τοπογραφίας της Κρήτης, το οποίο αντανακλάται και στα οικοσυστήματα, το κλίμα και την ανθρώπινη παρέμβαση στο νησί, αποτελεί η ασυμμετρία ως προς τους άξονες Βορράς-Νότος και Ανατολή-Δύση. Παραδείγματα της ασυμμετρίας αυτής είναι το πιο ομαλό ανάγλυφο των βόρειων σε σχέση με τα νότια παράλια και η μείωση του υψόμετρου από τη δύση προς την ανατολή αντίστοιχα (Bonfont 1972, Χατζάκη 2003). Έτσι, οι βόρειες ακτές είναι κυρίως επίπεδες με αμμώδεις παραλίες ενώ οι νότιες βραχώδεις με απότομες κλίσεις (Legakis et al. 1993). Όσον αφορά το κλίμα, οι βροχοπτώσεις μειώνονται από την δύση προς την ανατολή και από τον βορρά προς τον νότο, καθιστώντας τη νοτιοανατολική Κρήτη την ξηρότερη περιοχή με ετήσια βροχόπτωση γύρω στα 240mm (Kollaros & Legakis 1999). Τέλος, η δραστηριότητα του ανθρώπου είναι εντονότερη στα βόρεια παράλια από ότι στα νότια (Legakis et al. 1993).

### **1.2.2 Παλαιογεωγραφική ιστορία**

Σε γενικές γραμμές, η παλαιογεωγραφική εξέλιξη της Κρήτης και του Αιγαίου γενικότερα μπορεί να διαχωριστεί σε 5 στάδια. Στο πρώτο στάδιο (23-12 εκατομμύρια χρόνια πριν) η Κρήτη ήταν μέρος της Αιγαϊίδας, μιας ξηράς που περιλάμβανε όλη την περιοχή του Αιγαίου και της Ελλάδας (Dermitzakis & Paraniakolaou 1981, Fassoulas 2018). Στη συνέχεια (12-9 εκατομμύρια χρόνια πριν, μέσο Μειόκαινο) η θάλασσα εισέβαλε στην Αιγαϊίδα σχηματίζοντας την Μεσο-αιγαιακή Τάφρο (mid-Aegean

trench). Αυτή χώρισε την Αιγαίδα σε ανατολική και δυτική απομονώνοντας την Ελλάδα από το Ανατολικό Αιγαίο και την Ανατολία (Dermitzakis 1990, Çiplak 2004, Allegrucci et al. 2017), και κατά συνέπεια την Κρήτη από την Ανατολία (Sfenthourakis & Triantis 2017, Fassoulas 2018). Ταυτόχρονα δημιουργήθηκε το Κρητικό πέλαγος, χωρίζοντας την Κρήτη από τις Κυκλάδες (Creutzburg 1963, Fassoulas 2018). Η Κρήτη ήταν ακόμη, ωστόσο, ενωμένη με την Πελοπόννησο μέσω μιας ξηράς που περιλάμβανε τα Κύθηρα και Αντικύθηρα.

Όταν η δίοδος επικοινωνίας της Τηθύος με τον Ατλαντικό έκλεισε στο τέλος του Μειοκαίνου, η Μεσόγειος θάλασσα εξατμίστηκε και αποξηράνθηκε (5.96–5.33 εκ. χρόνια πριν) (Krijgsman et al. 1999, Poulakakis et al. 2015). Η περίοδος αυτή ονομάζεται Κρίση Αλατότητας του Μεσσηνίου και οδήγησε στην δημιουργία εβαποριτών, αλμυρών ερήμων και λιμνών στις περιοχές γύρω από την Κρήτη (Krijgsman et al. 1999). Έτσι η Κρήτη, που ήταν ένα σύμπλεγμα νησιών, απομονώνεται μερικώς και από την Πελοπόννησο, τα Κύθηρα και τα Αντικύθηρα λόγω των εβαποριτών (5-5.5 εκατομμύρια χρόνια πριν) (Creutzburg 1963, Dermitzakis & Papanikolaou 1981, Dermitzakis 1990, Poulakakis et al. 2015, Fassoulas 2018).

Η Κρίση Αλατότητας του Μεσσηνίου έληξε με την επανασύνδεση της Μεσογείου με τον Ατλαντικό και το γέμισμα της Μεσογείου (Dermitzakis 1987, Poulakakis et al. 2015, Fassoulas 2018). Στο Πλειόκαινο, που ακολούθησε, η Κρήτη απομονώθηκε πια πλήρως από την Πελοπόννησο και αποτελούνταν από ένα σύμπλεγμα νησιών απομονωμένων από τις γύρω περιοχές (Poulakakis et al. 2015, Sakellariou & Galanidou 2017).

Αργότερα, στο Πλειστόκαινο, αυτά ενώθηκαν σε ένα νησί εντελώς απομονωμένο από τις ηπειρωτικές περιοχές (Poulakakis et al. 2015, Sakellariou & Galanidou 2017). Ακόμη και κατά τις περιόδους των παγετώνων, που η στάθμη της θάλασσας ήταν 200m χαμηλότερη από σήμερα (Beerli et al. 1996), η Κρήτη δεν ενώθηκε με άλλες περιοχές καθώς το Κρητικό Πέλαγος είναι ιδιαίτερα βαθύ (Vogiatzakis & Rackham 2008), αν και η θάλασσα μεταξύ της Κρήτης και Καρπάθου μπορεί να ήταν μόλις 3.5-7km πλατιά (Sakellariou & Galanidou 2017). 8.000 χρόνια πριν η διαμόρφωση των ακτών πήρε σχεδόν τη σημερινή της μορφή, και οι νεότερες αλλαγές σε αυτήν οφείλονται κατά κύριο λόγο στην απόθεση φερτών υλικών (Perissoratis & Conispoliatis 2003).

### **1.2.3 Κλίμα**

Το κλίμα της Κρήτης είναι τυπικό μεσογειακό, με ήπιους βροχερούς χειμώνες και θερμά, ξηρά καλοκαίρια που διαρκούν 5-7 μήνες (Sarris et al. 2005, Vogiatzakis & Rackham 2008).

Όπως προαναφέρθηκε, οι βροχοπτώσεις μειώνονται από την δύση προς την ανατολή και από τον βορρά προς τον νότο, καθιστώντας τη νοτιοανατολική Κρήτη την ξηρότερη περιοχή με ετήσια βροχόπτωση γύρω στα 240mm. Τα βορειοδυτικά Λευκά Όρη της Δυτικής Κρήτης, αντίθετα, ξεπερνούν τα 2000mm βροχής ανά έτος (Vogiatzakis & Rackham 2008). Η μέση ετήσια θερμοκρασία αυξάνει από τα βορειοδυτικά προς τα νοτιοανατολικά και φυσικά μειώνεται όσο μεγαλώνει το υψόμετρο (Kollaros & Legakis 1999, Sarris et al. 2005, Vogiatzakis & Rackham 2008).

Οι μεγάλοι ορεινοί όγκοι παίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του κλίματος. Ιδιαίτερα τα Λευκά Όρη συγκρατούν τους ανέμους που φτάνουν στο νησί, οι οποίοι έχουν συνήθως βορειοδυτική προέλευση, προκαλώντας αυξημένες βροχοπτώσεις στη δυτική Κρήτη καθώς ψύχονται και ξηρασία λόγω της νεφοσκιάς στα ανατολικότερα μέρη του νησιού (Kollaros & Legakis 1999). Στα βουνά, η θερμοκρασία φαίνεται να πέφτει 6°C/1.000m υψομέτρου (Rackham & Moody 1996, Chatzaki et al. 2005). Σε υψόμετρα μεγαλύτερα των 1.600m οι κατακρημνίσεις έχουν συνήθως τη μορφή χιονιού που καλύπτει το έδαφος από τον Οκτώβριο μέχρι τον Μάιο ή και αργότερα (Vogiatzakis & Rackham 2008). Μια επιπλέον επίδραση των ορεινών όγκων είναι πως η βόρεια με τη νότια Κρήτη εμφανίζουν μια διαφορά στη μέση ετήσια θερμοκρασία της τάξης των 2° C (Pennas 1977, Kollaros & Legakis 1999).

#### 1.2.4 Οικοσυστήματα

Επικρατέστερες διαπλάσεις στην Κρήτη είναι τα φρύγανα, η μακκία βλάστηση (ξηρή και υγρή) και ο συνδυασμός τους, ενώ στα ψηλά βουνά κυριαρχούν υποαλπικοί θαμνώνες (Sarris et al. 2005, Vogiatzakis & Rackham 2008). Πιο συγκεκριμένα, κυρίαρχος τύπος βλάστησης σύμφωνα με την κατάταξη του δικτύου Natura 2000 είναι τα «φρύγανα με *Sarcopoterium spinosum*»<sup>1</sup> με ποσοστό κάλυψης 27.3%, ακολουθούμενα από τις καλλιέργειες (23.7%) και τα «Δάση ελιάς και χαρουπιάς»<sup>2</sup> (*Olea* and *Ceratonia* forests) με ποσοστό 20.7%. Συνολικά τα φρύγανα καλύπτουν ένα ποσοστό 35% της επιφάνειας της Κρήτης (Sarris et al. 2005). Σε υψόμετρα γύρω και άνω του δασοορίου επικρατούν οι υποαλπικοί θαμνώνες, οι οποίοι αποτελούνται επίσης από φρυγανικά είδη (αν και διαφορετικά από εκείνα των χαμηλότερων υψομέτρων), με χαρακτηριστικά είδη τα *Berberis cretica* και *Astragalus angustifolius* (Bergmeier 2002, Chatzaki et al. 2005).

Ένα χαρακτηριστικό της Κρήτης είναι η απουσία υψομετρικής ζώνωσης στην βλάστηση, καθώς πολλά είδη φρυγάνων και μακκίας συναντώνται από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι την αλπική ζώνη (Rackham & Moody 1996, Vogiatzakis & Rackham 2008). Γενικά ξεχωρίζουν δύο ζώνες: η αλπική, που εκτείνεται πάνω από το δασοόριο (περίπου 1600m), και η ζώνη κάτωθεν του δασοορίου (Vogiatzakis et al. 2008).

Άλλοι σημαντικοί οικοτόποι που συναντάμε είναι τα μεσογειακά δάση κωνοφόρων, κυρίως με *Pinus brutia* και *Cupressus sempervirens*, και μεσογειακά δάση πλατύφυλλων με *Quercus ilex*, *Quercus pubescens* και *Acer sempervirens* (Chatzaki et al. 2005).

Τέλος, ιδιαίτερα σημαντικοί είναι οι τύποι οικοτόπου που αναπτύσσονται σε απότομα βράχια, ένα πολύ εξειδικευμένο ακραίο περιβάλλον όπου αναπτύσσονται

---

<sup>1</sup> Κωδικός Natura 2000: 5420, “Σχηματισμοί στους οποίους κυριαρχεί η αστιβίδα (*Sarcopoterium spinosum*) και αποτελούν την πιο διαδεδομένη όψη των φρυγάνων που εμφανίζονται στο αρχιπέλαγος του Αιγαίου και την Κρήτη” (Ντάφης et al. 2001)

<sup>2</sup> Κωδικός Natura 2000: 9320 “Θερμό-Μεσογειακά ή θερμό-Κανάρια δάση κυριαρχούμενα από δενδρώδη είδη *Olea europaea* ssp *sylvestris*, *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis* ή στις Κανάριους νήσους με *Olea europaea* ssp *cerasiformis* και *Pistacia atlantica*” (Ντάφης et al. 2001)

πολλά ενδημικά και σπάνια είδη, όπως τα *Origanum dictamnus* και *Hypericum aciferum* (Vogiatzakis et al. 2008). Η βλάστηση μάλιστα αυτή είναι στην Κρήτη πιο αναπτυγμένη και προσαρμοσμένη στις ιδιαίτερες αυτές συνθήκες από ότι σε οποιοδήποτε άλλο μέρος της Μεσογείου (Vogiatzakis et al. 2008).

### **1.2.5 Επίδραση του ανθρώπου**

Η Κρήτη, όπως και τα περισσότερα νησιά της Μεσογείου, έχει επηρεαστεί έντονα τα τελευταία 8000 χρόνια από την παρουσία του ανθρώπου (Legakis et al. 1993, Poulakakis et al. 2015). Οι περίπου 630.000 κάτοικοι του νησιού έχουν συγκεντρωθεί στις παράκτιες περιοχές του νησιού, με αποτέλεσμα το 50% του πληθυσμού να ζει εντός 5km από τις ακτές. Πιέσεις που δέχονται οι παράκτιες περιοχές, οι οποίες οδηγούν στην υποβάθμιση ή/και καταστροφή των οικοσυστημάτων εξαιτίας του ανθρώπου, περιλαμβάνουν τον τουρισμό, την αστικοποίηση, τη βιομηχανοποίηση, τα απόβλητα και τα απορρίμματα (Legakis et al. 1993). Η ενδοχώρα και τα βουνά έχουν επηρεαστεί και επηρεάζονται ακόμη από την εντατική βόσκηση που ασκείται παραδοσιακά στο νησί (Kaltsas et al. 2013), αλλά και τις καλλιέργειες (Vogiatzakis & Rackham 2008).

Τέλος, ο άνθρωπος έχει επηρεάσει την σύσταση των βιοκοινοτήτων του νησιού με την εισαγωγή, ακούσια ή εκούσια, ξενικών ειδών και τη δημιουργία επιπλέον ενδιαιτημάτων (εγκαταλελειμμένα κτίρια και χωράφια, πόλεις) (Vogiatzakis & Rackham 2008, Poulakakis et al. 2015).

## **1.3 Οργανισμοί μελέτης**

### **1.3.1 Ιστορικά-πολιτιστικά στοιχεία για τα Ορθόπτερα**

Τα Ορθόπτερα είναι μια τάξη εντόμων που έχουν επηρεάσει έντονα τη ζωή του ανθρώπου από τα αρχαία χρόνια έως σήμερα. Περιλαμβάνουν γνωστούς οργανισμούς όπως ακρίδες, γρύλλους, τριζόνια, τέττιγες και κρεμμυδοφάγους (Bidau 2014). Χαρακτηριστικό μορφολογικό γνώρισμά τους είναι τα ιδιαίτερα ισχυρά και μυώδη οπίσθια πόδια τους που χρησιμοποιούνται για μεγάλα άλματα, καθώς και το τερέτισμά τους (αν και ορισμένες ομάδες έχουν χάσει την ικανότητα παραγωγής ήχου).

Η πολύπλοκη σχέση των Ορθοπτέρων με τον άνθρωπο αποτυπώνεται στην τέχνη και την μυθολογία των πολιτισμών ήδη από την παλαιολιθική εποχή. Η παλαιότερη αναπαράσταση Ορθοπτέρου, και πιθανότατα εντόμου γενικότερα, βρίσκεται στο σπήλαιο Trois-Frère στη Νοτιοδυτική Γαλλία και χρονολογείται στα 15.000 χρόνια πριν (Begouen 1929, Connell 2001).

Ένα γεγονός που επηρέασε βαθιά τη σχέση των Ορθοπτέρων με τον άνθρωπο είναι πως αρκετά φυτοφάγα και παμφάγα είδη Ορθοπτέρων μπορούν να προκαλέσουν μεγάλη ζημιά στη βλάστηση μιας περιοχής και κατά συνέπεια στις πολύτιμες για τους ανθρώπους καλλιέργειές τους, αν οι πληθυσμοί τους είναι αρκετά μεγάλοι (Bidau 2014). Ορισμένες φορές μάλιστα η καταστροφή που προκαλούν τα πελώρια σμήνη ακρίδων που κάποιες φορές δημιουργούνται είναι τόσο τεράστια που περνούν στην

ιστορία και τη μυθολογία των λαών ως τιμωρίες από τον θεό για το ανθρώπινο γένος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η παρουσία τους στην Παλαιά Διαθήκη ως μια από τις δέκα πληγές του Φαραώ, όπου αναφέρεται πως «Σκοτείνιασε η γη της Αιγύπτου από τα σμήνη των ακρίδων τα οποία κατέφαγαν τη βλάστηση και τους καρπούς». Όμως υπάρχουν και πολύ πιο πρόσφατες και... κωμικοτραγικές περιπτώσεις, όπου σμήνη ακρίδων έχουν αφοριστεί από την εκκλησία (León Vegas 2012) ή καταδικαστεί από επίσημα δικαστήρια (Evans 1906).

Η επιστήμη έχει δώσει την απάντηση στην εμφάνιση αυτών των «αφύσικων» σμηνών Ορθοπτέρων που καταβροχθίζουν τα πάντα στο πέρασμά τους. Ορισμένα είδη ακρίδων (Locusts στα αγγλικά) διαθέτουν ένα χαρακτηριστικό που ονομάζεται «αλλαγή φάσης», το οποίο είναι μια πυκνοεξαρτώμενη μορφή φαινοτυπικής πλαστικότητας. Με λίγα λόγια, αν μια περίοδος ιδιαίτερα υψηλών βροχοπτώσεων, η οποία μπορεί να προκαλέσει την έντονη αύξηση του πληθυσμού των ακρίδων, ακολουθηθεί από περιόδους υπερβολικής ξηρασίας που μειώνουν το διαθέσιμο ενδιαίτημα και τους πόρους, οι ακρίδες αναγκάζονται να μεταναστεύσουν σε μεγάλους αριθμούς. Καθώς η πυκνότητα του πληθυσμού τους αυξάνεται απότομα, αυξάνουν οι φορές που τα άτομα έρχονται σε σωματική επαφή μεταξύ τους. Αυτό προκαλεί την αλλαγή της γονιδιακής έκφρασης των ατόμων, η οποία μεταβάλλει την συμπεριφορά και την μορφολογία του είδους (Εικόνα 1), με αποτέλεσμα να σχηματίζουν τα πελώρια επιθετικά σμήνη που θεωρούνταν κάποτε θεομηνίες (Bidau 2014).



Εικόνα 1 *Schistocerca gregaria*. Αριστερά: κανονική μορφή. Δεξιά: μορφή μετά την αλλαγή φάσης (Simões et al. 2016)

### 1.3.2 Εξελικτική ιστορία

Τα Ορθόπτερα είναι μια τάξη πτερυγωτών εντόμων που ανήκουν στην ομάδα των Νεόπτέρων, και συγκεκριμένα στα Πολυνεόπτερα. Στα Πολυνεόπτερα ανήκουν και τάξεις όπως τα Dermaptera, Phasmatodea, Blattodea και Mantodea (Bidau 2014).

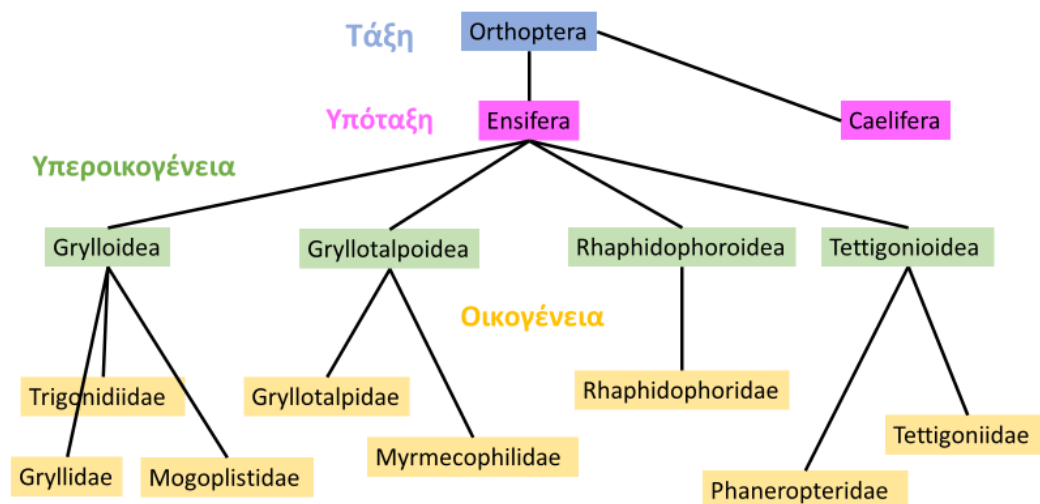
Ας πιάσουμε όμως την εξελικτική ιστορία των Ορθοπτέρων απ' την αρχή και συγκεκριμένα απ' το Ύστερο Λιθανθρακοφόρο, στα τέλη του Παλαιοζωικού αιώνα, την περίοδο που εμφανίστηκαν τα Νεόπτερα. Ένα πλούσιο γεωλογικό αρχείο δείχνει πως τα ίδια τα Ορθόπτερα προέρχονται από μια ομάδα Πολυνεόπτέρων εντόμων, τα Πρωτορθόπτερα, κατά το Ανώτερο Λιθανθρακοφόρο 300 εκατομμύρια χρόνια πριν (Bidau 2014). Πολύ σύντομα μετά την εμφάνισή τους τα Ορθόπτερα διασπάστηκαν σε

δύο μονοφυλετικές υποτάξεις, τα Ensifera και τα Caelifera, εκ των οποίων τα Ensifera θεωρούνται πιο πρωτόγονα (Bidau 2014, Willemse et al. 2018a). Η οικογένεια Oedischiiidae των Πρωτοορθόπτρων θεωρείται ο πρόγονος των σημερινών υποτάξεων. Άλλες προσεγγίσεις υποστηρίζουν πως οι υποτάξεις έχουν προέλθει από διαφορετικούς προγόνους και τα χαρακτηριστικά οπίσθια πόδια τους αποτελούν παράδειγμα εξελικτικής σύγκλισης. Ωστόσο, η παρουσία του χαρακτηριστικού αυτού στην οικογένεια Oedischiiidae μαρτυρά πως η οικογένεια πιθανόν να αποτελεί τον κοινό πρόγονο των δύο υποτάξεων (Beckemeyer 2011, Bidau 2014).

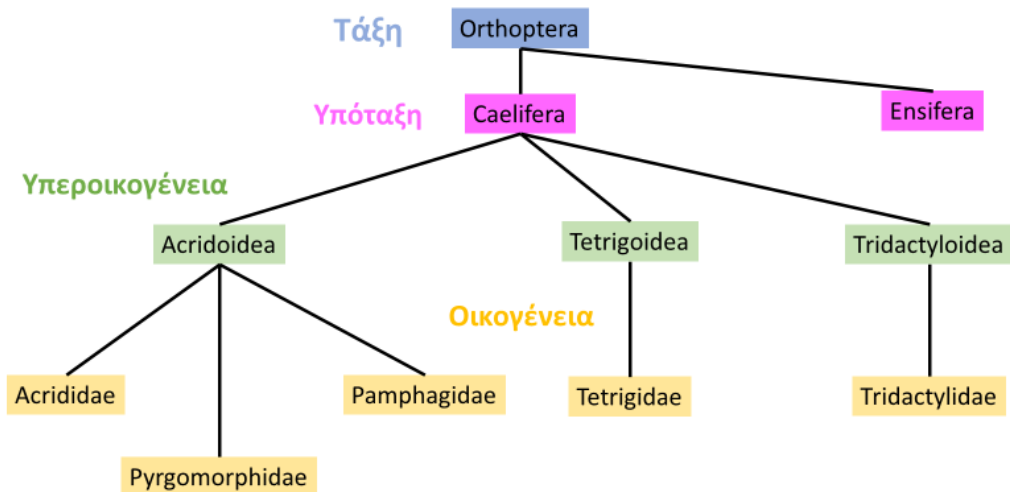
### 1.3.3 Συστηματική κατάταξη Ορθοπτέρων

Όπως προαναφέρθηκε, η τάξη των Ορθοπτέρων χωρίζεται σε δύο μονοφυλετικές υποτάξεις, τα Ensifera (Ξιφοφόρα) και τα Caelifera (Καίλοφόρα), μια βασική διαφορά των οποίων συναντάται στους μηχανισμούς παραγωγής ήχου τους (βλ Ενότητα 1.3.5 για λεπτομέρειες) (Willemse et al. 2018a).

Υπάρχουν διαφορετικές προσεγγίσεις για την συστηματική κατάταξη των Ορθοπτέρων. Η συστηματική μέθοδος (ονόματα ειδών, τρόποι ομαδοποίησής τους και οικογένειες) που θα χρησιμοποιηθεί στην παρούσα εργασία βασίζεται στην κατάταξη του Orthoptera Species File (έκδοση 5.0/5.0 Cigliano et al. 2017) και στο βιβλίο «The grasshoppers of Greece» (Willemse et al. 2018a). Στις Εικόνες 2 και 3 φαίνονται οι οικογένειες και υπεριοικογένειες των Ensifera και Caelifera που συναντώνται στην Ελλάδα.



Εικόνα 2 Συστηματική κατάταξη των οικογενειών των Ensifera στην Ελλάδα



Εικόνα 3 Συστηματική κατάταξη των οικογενειών των Caelifera στην Ελλάδα

### 1.3.4 Μορφολογία Ορθοπτέρων

Ως μέλη της κλάσης των Εντόμων, το σώμα των Ορθοπτέρων χωρίζεται στο κεφάλι, τον θώρακα και την κοιλιά. Στο κεφάλι βρίσκονται τα μάτια, οι κεραίες και τα στοματικά μόρια. Ο θώρακας φέρει τα φτερά, τα πόδια και μια σκληρή χιτηνώδη δομή που ονομάζεται προνώτο. Τελευταίο τμήμα του σώματος είναι η κοιλιά, η οποία φέρει στην άκρη της τα αναπαραγωγικά όργανα του ζώου.

Το προνώτο είναι μια δομή που περιβάλλει την ραχιαία και τις πλευρικές επιφάνειες του θώρακα των Ορθοπτέρων. Συνήθως καλύπτει μονάχα το πρώτο τμήμα του θώρακα, αλλά υπάρχουν αρκετές εξαιρέσεις: σε πολλά Tettigoniidae περιβάλλει ραχιαία όλο το μήκος του θώρακα (Willemse et al. 2018a), ενώ στην οικογένεια Tetrigidae καλύπτει όλο τον θώρακα και την κοιλιά. Τα τμήματα του προνώτου που καλύπτουν πλευρικά τον θώρακα ονομάζονται πλευρικά πτερύγια. Το προνώτο διαθέτει σημαντικούς ταξινομικούς χαρακτήρες, όπως το σχήμα, το μήκος, η αναλογία μήκους-πλάτους και οι χρωματισμοί του. Η ύπαρξη ή μη και η μορφή ορισμένων δομών του είναι επίσης σημαντική (Willemse et al. 2018a).

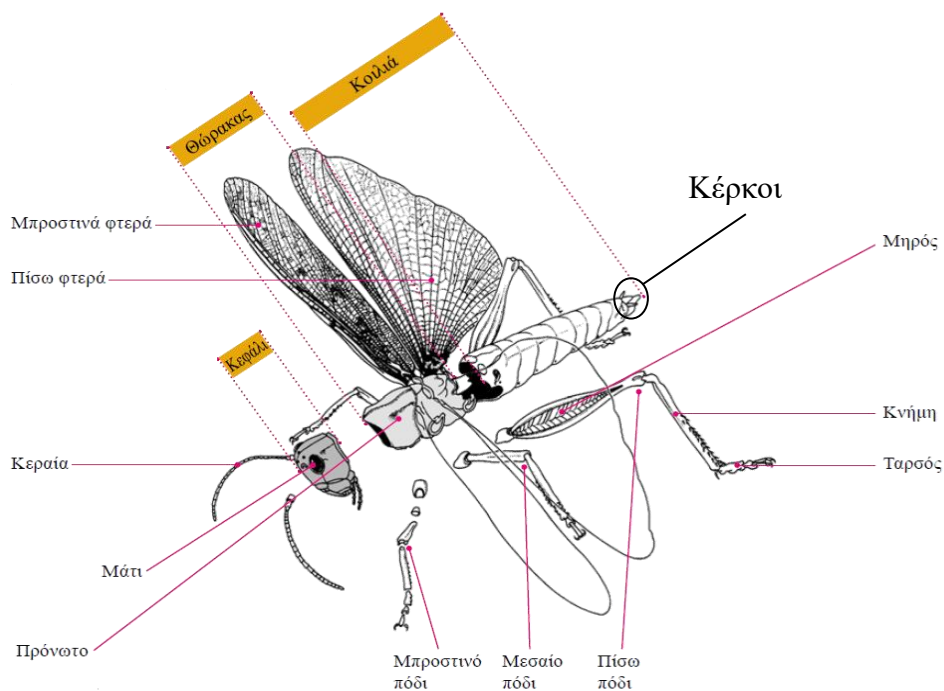
Τέτοιες ταξινομικά σημαντικές δομές αποτελούν η κεντρική και οι πλευρικές καρίνες (median και side keels, Εικόνα 4), οι οποίες είναι λεπτές εξογκώσεις του προνώτου με διεύθυνση παράλληλη στο σώμα του Ορθοπτέρου. Η κεντρική καρίνα, αν υπάρχει, διατρέχει τη μέση της ραχιαίας επιφάνειας του προνώτου, είτε σε όλο του το μήκος είτε πιο περιορισμένα. Συχνά διακόπτεται από μια κάθετη εγκοπή που ονομάζεται εγκάρσια αύλακα, η οποία μπορεί να υπάρχει πριν, μετά ή στην μέση του μήκους του προνώτου. Στα είδη που διαθέτουν πλευρικές καρίνες εκείνες βρίσκονται στο σημείο της μετάβασης από την ραχιαία επιφάνεια του προνώτου στα πτερύγια. Το σχήμα τους ποικίλει, από εντελώς παράλληλο έως έντονα καμπυλωτό ή γωνιώδες, σχεδόν σε σχήμα X (Willemse et al. 2018a).



Τα Ορθόπτερα, όπως όλα τα έντομα, διαθέτουν τρία ζευγάρια ποδιών προσαρτημένα στον θώρακα. Κάθε πόδι αποτελείται από τέσσερα τμήματα. Από τη βάση του ποδιού προς τα έξω αυτά είναι το ισχύο (coxa), ο μηρός (femur-femora), η κνήμη (tibia) και οι ταρσοί (tarsi). Η κνήμη και οι ταρσοί φέρουν αγκάθια (spines) και δόντια (teeth). Ο οπίσθιος μηρός των Caelifera διαθέτει μια δομή παραγωγής ήχου τερετίσματος, η οποία είναι σημαντική στην αναγνώριση των ειδών, ενώ τα Ensifera διαθέτουν στην μπροστινή κνήμη ένα τύμπανο (όργανο ακοής) (Willemse et al. 2018a).

Στον θώρακα προσφύονται και δύο ζευγάρια πτερύγων. Οι μπροστινές πτέρυγες είναι επισκληρυμένες και προστατεύουν τις πιο ευαίσθητες οπίσθιες πτέρυγες (Siedle et al. 2016). Το μήκος, το σχήμα, ο χρωματισμός και η φλέβωσή τους είναι σημαντικά χαρακτηριστικά αναγνώρισης (Siedle et al. 2016, Willemse et al. 2018a).

Η εξωτερική μορφή του αναπαραγωγικού συστήματος των Ορθοπτέρων διαφέρει σημαντικά στις δύο υποτάξεις, ιδίως όσον αφορά το θηλυκό γεννητικό σύστημα. Χαρακτηριστικός είναι ο ωοαποθετήρας, ο οποίος στα θηλυκά Ensifera είναι ιδιαίτερα επιμήκης ενώ στα Caelifera είναι μικρός και διακριτικός. Το σχήμα του είναι σημαντικό για την αναγνώριση. Σημαντική για την αναγνώριση των αρσενικών ατόμων είναι η δομή των κέρκων και το σχήμα των εσωτερικών γενετικών οργάνων. Με εξαίρεση συγκεκριμένα γένη (πχ *Eupholidoptera*), ο χαρακτήρας αυτός δε χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία. Οι κέρκοι είναι δύο εξαρτήματα του τελευταίου κοιλιακού τεργίτη, οι οποίοι λειτουργούν ως αισθητήρια όργανα: ανιχνεύουν το ρεύμα του αέρα και την βαρύτητα, επηρεάζοντας τη συμπεριφορά των ορθοπτέρων (κίνηση, τερέτισμα, ζευγάρισμα, αποφυγή θηρευτών) (Desutter-Grandcolas 1998). Σημαντικοί ταξινομικοί χαρακτήρες και για τα δύο φύλα είναι η διαμόρφωση της κάτω πλευράς του τελευταίου κοιλιακού τμήματος (last abdominal tergite) και της υπογεννητικής πλάκας (subgenital plate) (Willemse et al. 2018a).



Εικόνα 4 Εξωτερική μορφολογία ενός Ορθοπτέρου. Πηγή: (Willemse et al. 2018b)

### 1.3.5 Μηχανισμοί παραγωγής και υποδοχής ήχου

Τα Ορθόπτερα παράγουν ήχο κυρίως με σκοπό την προσέλκυση συντρόφου για αναπαραγωγή. Το τερέτισμα παράγεται κυρίως από τα αρσενικά, αλλά υπάρχουν και είδη που τα θηλυκά απαντούν στο κάλεσμά τους (Kenyeres et al. 2009, Willemse et al. 2018a). Το τερέτισμα κάθε είδους Ορθοπτέρου είναι ξεχωριστό και αποτελεί ταξινομικό χαρακτηριστικό. Μάλιστα, διαφορές στα τραγούδια πολλές φορές αποτελούν σημαντικότερους παράγοντες ειδογένεσης από διαφορές στους μορφολογικούς χαρακτήρες (Kenyeres et al. 2009, Willemse et al. 2018a). Αν και η πλειονότητα των Ορθοπτέρων παράγουν κάποιο ήχο, υπάρχουν ορισμένες σιωπηλές ομάδες όπως τα Rhaphidophoridae, Tetrigidae, Tridactyloidea και πολλά Gryllidae (Willemse et al. 2018a).

Οι μηχανισμοί παραγωγής και αντίληψης ήχων είναι πολύ διαφορετικοί στις δύο υποτάξεις. Στα Caelifera ο ήχος παράγεται με τριβή των πίσω ποδιών στα μπροστινά φτερά, ενώ στα Ensifera με τριβή των μπροστινών φτερών μεταξύ τους. Πιο συγκεκριμένα, τα Caelifera διαθέτουν, στην εσωτερική επιφάνεια του πίσω μηρού, μια σειρά δοντιών που λειτουργεί ως δομή παραγωγής ήχου. Η δομή και ο αριθμός των δοντιών της έχει ταξινομική αξία (Iorgu et al. 2016). Το όργανο ακοής (τύμπανο) τοποθετείται πλευρικά της κοιλιάς. Εξάίρεση αποτελούν ορισμένα είδη της οικογένειας Pamphagidae, τα οποία για την παραγωγή ήχου διαθέτουν το όργανο του Krauss, μια αδρή πλάκα στην κοιλιά τους. Στα Ensifera η δομή παραγωγής ήχου βρίσκεται στην κάτω επιφάνεια ενός από τα μπροστινά φτερά, ενώ το τύμπανο στο γόνατο της μπροστινής κνήμης. (Willemse et al. 2018a).

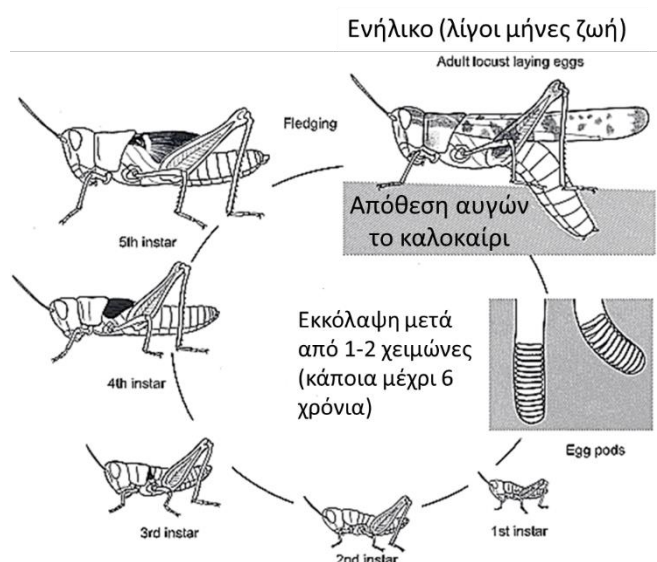
### 1.3.6 Φαινολογία και κύκλος ζωής

Τα Ορθόπτερα είναι ημιμετάβολα ζώα (επιδέχονται μερική μεταμόρφωση στον κύκλο ζωής τους), δηλαδή διαθέτουν μόνο 3 στάδια ανάπτυξης: το αυγό, μια σειρά νυμφικών σταδίων (4-12 ανάλογα με το είδος), και το ενήλικο. Οι νύμφες μοιάζουν μορφολογικά με τα ενήλικα άτομα· δεν υπάρχει το στάδιο της σκωληκόμορφης προνύμφης, όπως συμβαίνει στα ολομετάβολα έντομα (Willemse et al. 2018a).

Ένας τυπικός κύκλος ζωής ενός Ορθοπτέρου φαίνεται στην Εικόνα 5. Τα αυγά αποθέτονται στο χώμα συνήθως το καλοκαίρι (Willemse et al. 2018a), όπου παραμένουν για 1-2 χειμώνες, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις μέχρι και 6 χρόνια, πριν εκκολαφθούν (Willemse et al. 2018a). Μετά την εκκόλαψη ένα άτομο επιδέχεται μια σειρά διαδοχικών νυμφικών σταδίων και εκδύσεων που διαρκεί από λίγες εβδομάδες έως ένα χρόνο, ώσπου φτάνει στην ενήλικη μορφή του (Willemse et al. 2018a). Η ενήλικη ζωή του δεν διαρκεί περισσότερο από λίγους μήνες.

Ο κανόνας είναι να υπάρχει μία γενιά τον χρόνο, με τα ενήλικα να εμφανίζονται την άνοιξη ή το καλοκαίρι, και να πεθαίνουν το καλοκαίρι ή το φθινόπωρο αντίστοιχα. Εξαιτίας του κύκλου ζωής αυτού, παρατηρείται μια εποχικότητα με κορύφωση της δραστηριότητας των Ορθοπτέρων το καλοκαίρι (Willemse et al. 2018). Ωστόσο, υπάρχουν και κάποια τάξα που εμφανίζονται όλο τον χρόνο (πχ *Anacridium*, *Aiolopus*, *Rhaphidophoridae*).

Στην Κρήτη, ωστόσο, το πρότυπο αυτό παρουσιάζει διαφοροποιήσεις. Αρκετά είδη που σχετίζονται με την Αφρική και την Μέση Ανατολή συναντώνται συνήθως σε θερμές παράκτιες περιοχές και αναπαράγονται κατά την υγρή περίοδο (φθινόπωρο-χειμώνα) ή ο κύκλος ζωής τους δεν απαιτεί χειμερινή διάπαυση των αυγών. Έτσι, υπάρχουν ορισμένα είδη που είναι ενήλικα τον χειμώνα και νωρίς την άνοιξη (Paul 1995). Επιπλέον, έχει βρεθεί πως εμφανίζονται δύο μέγιστα στα Λευκά Όρη: την αργά την άνοιξη και το φθινόπωρο (Λυμπεράκης 2003)



Εικόνα 5 Κύκλος ζωής ενός Ορθοπτέρου

### 1.3.7 Γενική οικολογία των Ορθοπτέρων

#### 1.3.7.1 Ενδιαίτηματα όπου συναντώνται Ορθόπτερα

Τα Ορθόπτερα έχουν κατακτήσει όλα τα χερσαία ενδιαίτηματα και όλες τις ηπείρους, με εξαίρεση την Ανταρκτική. Προτιμούν ανοιχτά οικοσυστήματα όπως λιβάδια, στέπες και σαβάνες, όπου συναντάμε την μεγαλύτερη ποικιλότητα και πυκνότητά τους (Bidau 2014, Willemse et al. 2018a). Φτωχότερη και χαμηλότερης πυκνότητας πανίδα διαθέτουν δασικά συστήματα όπως ομοιόμορφα δάση πεύκου και οξιάς, τα μακί και τα φρύγανα (Kati & Willemse 2001, Bidau 2014, Willemse et al. 2018a).

Η θερμοκρασία είναι από τους κυριότερους παράγοντες που επηρεάζουν τα Ορθόπτερα, γιατί, ως εξώθερμα ζώα, τα χαρακτηριστικά του κύκλου ζωής τους και πολλές βιολογικές λειτουργίες τους όπως ο αριθμός των αυγών, ο ρυθμός ανάπτυξης, το μέγεθος, η αναπαραγωγή, η κινητικότητα και η πέψη επηρεάζονται άμεσα από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος (Dearn 1977, Pitt 1999). Κατά συνέπεια, τα Ορθόπτερα είναι θερμοφιλά ζώα (Badih et al. 1997), γεγονός που εξηγεί την κορύφωση της δραστηριότητάς τους το καλοκαίρι (Willemse et al. 2018a).

Εντυπωσιακό είναι το γεγονός ότι ορισμένες ομάδες Ορθοπτέρων έχουν κατακτήσει το υπόγειο (πχ γένος *Ovaliptila* spp. και οικογένεια Rharphidophoridae) και ενδόγαιο περιβάλλον (πχ γένος *Gryllotalpa*, το οποίο σκάβει λαγούμια στο χώμα, και η οικογένεια Myrmecophilidae της οποίας τα είδη κλεπτοπαρασιτούν σε φωλιές μυρμηγκιών) (Kati & Willemse 2001, Bidau 2014, Willemse et al. 2018a). Στην Ελλάδα, τα γένη που κατοικούν σε σπήλαια (υπόγειο περιβάλλον), είναι τα *Ovaliptila*, *Gryllomorpha* (οικογένεια Gryllidae), *Troglophilus* και *Dolichopoda* (οικογένεια Rharphidophoridae). Και τα 4 γένη είναι τρωγλόφιλα (περνούν μέρος ή και ολόκληρο τον κύκλο ζωής τους σε σπήλαια) ή τρωγλόξενα (μπορούν να ολοκληρώσουν τον κύκλο ζωής τους χωρίς να μπου ποτέ σε σπήλαια), και έχει προταθεί πως προέρχονται από προγόνους που κατοικούσαν σε δάση (Alexiou et al. 2013). Από τα παραπάνω τρία, αυστηρότερα σπηλαιόβιο και εντονότερα προσαρμοσμένο σε αυτό το περιβάλλον είναι το γένος *Dolichopoda* (Alexiou et al. 2013), ενώ τα *Troglophilus* και *Ovaliptila* συναντώνται και σε οποιοδήποτε καταφύγιο μπορεί να παρέχει προστασία και υγρασία όπως δάση, πέτρες και υπόγεια σπιτιών (Allegrucci et al. 2017, Willemse et al. 2018a).

#### **1.3.7.2 Βιο-μορφές (life forms) Ορθοπτέρων**

Τα Ορθόπτερα ταξινομούνται σε βιο-μορφές με βάση το ενδιαίτημα όπου συναντώνται και με τη σχέση τους με τη βλάστηση του βιοτόπου τους (Rácz & Varga 1996, Dorda 1998, Rácz 1998a). Βιβλιογραφικά αναφέρονται τρεις κύριες βιο-μορφές, οι οποίες διαθέτουν πολλές υποκατηγορίες (Rácz 1998a, 1998b, Stahi & Derjanschi 2011, Kenyeres & Cservenka 2014). Στην παρούσα εργασία εστιάζουμε στις τρεις κύριες: τα γεωβιόντα (geobionts), τα χορτοβιόντα (chorthobionts) και τα θαμνοβιόντα (thamnobionts). Σύμφωνα με τους παραπάνω, οι βιο-μορφές ορίστηκαν ως εξής:

Γεωβιόντα (g) χαρακτηρίστηκαν τα είδη που ζουν και μετακινούνται κυρίως στην επιφάνεια του εδάφους ή κάτω από αυτό και γενικά δεν κινούνται στο φύλλωμα και βλαστό των φυτών. Έτσι, εδώ κατατάσσονται οργανισμοί που διαβιούν ανάμεσα σε πέτρες (χασμοβιόντα-fissourobionts), στην άμμο (αμμοφιλικά-psammophilic), σε ανοιχτές περιοχές με αραιή ή χαμηλή βλάστηση, στη γυμνή γη ή βραχώδη υποστρώματα, αλλά και οι ενδόγαιοι (όπως η *Gryllotalpa* spp. και το *Myrmecophilus* spp.) και σπηλαιόβιοι οργανισμοί. Στα χορτοβιόντα (ch) ανήκουν οι οργανισμοί που διαβιούν πάνω σε ψηλά ποώδη φυτά, όπως είδη που προτιμούν πυκνά λιβάδια και ψηλά χορτάρια, και γενικά δεν μετακινούνται απευθείας στην επιφάνεια του εδάφους. Θαμνοβιόντα (th) χαρακτηρίστηκαν τα είδη που συναντώνται συνήθως σε θάμνους οποιασδήποτε μορφής, από τους μαξιλαρόμορφους θάμνους των φρυγάνων έως θάμνους ψηλότερους του 1m. Σε αυτά επίσης τοποθετήθηκαν τα είδη που συναντώνται πάνω σε δέντρα.

#### **1.3.8 Επίδραση υψομέτρου στην Ορθοπτεροπανίδα**

Τα Ορθόπτερα απαντώνται σε ένα μεγάλο εύρος υψομέτρων από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι πάνω από τα 4.000m και, ενώ κάποια είδη παρουσιάζουν έντονη υψομετρική προτίμηση, άλλα έχουν τεράστια όρια ανοχής και επιβιώνουν σε πολύ

διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες (Mofidi-Neyestanak & Quicke 2007, Sirin et al. 2010, Bidau 2014).

Η επίδραση του υψομέτρου στην ποικιλότητα των Ορθοπτέρων δεν είναι ξεκάθαρη. Οι (Sirin et al. 2010) έδειξαν πως η ποικιλότητα και η αφθονία των Caelifera είναι μέγιστη στα μέσα υψόμετρα (περίπου 1500m), μικρότερη στα χαμηλά, και πολύ μικρή στα πολύ μεγάλα υψόμετρα (άνω των 2000m), πρότυπο που συμπίπτει με εκείνο πολλών ομάδων αρθροπόδων (McCoy 1990, Rahbek 1995) αλλά και με άλλες έρευνες για Ορθόπτερα στη Μεσόγειο (Agapiti & Fontana 2005).

Άλλες έρευνες σε αρθρόποδα, αναφέρουν πως ο αριθμός ειδών είναι σχετικά σταθερός στα χαμηλά και μέσα υψόμετρα (300-1500m) και μειώνεται έντονα πάνω από το δασοόριο (άνω των 1500m) (Claridge & Singhrao 1978, Chatzaki et al. 2005), ενώ οι Wachter et al. (1998) έδειξαν ότι ο αριθμός ειδών μειώνεται γραμμικά από τα 1400 στα 3050 m. Έτσι, φαίνεται πως η ποικιλότητα μειώνεται στα μεγάλα υψόμετρα, ιδιαίτερα άνω των 1.500 μέτρων, αλλά τα υψόμετρα με την μέγιστη ποικιλότητα διαφέρουν από συστηματική ομάδα σε ομάδα και περιοχή σε περιοχή.

Πιθανά αίτια της μείωσης της ποικιλότητας στα μεγάλα υψόμετρα αποτελούν οι ακραίες κλιματικές συνθήκες στα μεγάλα υψόμετρα (Sirin et al. 2010), η διαθεσιμότητα της τροφής, η μειωμένη πρωτογενής παραγωγικότητα (McCoy 1990), η επίδραση της εποχικότητας, της θερμοκρασίας και υγρασίας (McCoy 1990), η μικρότερη έκταση των μεγάλων υψομέτρων (Rahbek 1995) αλλά και η ανθρώπινη παρέμβαση (Chatzaki et al. 2005, Sirin et al. 2010). Ωστόσο, το περιβάλλον των μεγάλων υψομέτρων περιέχει τόσους πολλούς παράγοντες με πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους οι οποίες επηρεάζουν τους οργανισμούς, που το ίδιο το υψόμετρο μπορεί να θεωρηθεί ένας αυτούσιος παράγοντας, μεγαλύτερος από το σύνολο των επιμέρους παραγόντων (Mani 1968). Τέλος, φαίνεται πως τα Caelifera, που συνήθως δραστηριοποιούνται μέσα στη μέρα, είναι πιο συνηθισμένα στα μεγάλα υψόμετρα σε σχέση με τα συνήθως νυκτόβια Ensifera (Agapiti & Fontana 2005, Bidau 2014).

Στην Κρήτη συγκεκριμένα έχει παρατηρηθεί πως οι αράχνες της οικογένειας Gnaphosidae έχουν σχετικά σταθερό αριθμό ειδών στα χαμηλά και μεσαία υψόμετρα (μέχρι 1000m), ο οποίος μειώνεται σημαντικά σε μεγαλύτερα υψόμετρα, σχηματίζοντας μια κυρτή καμπύλη (Chatzaki et al. 2005). Στο δασοόριο (1600m) (Λυμπεράκης 2003, Vogiatzakis et al. 2003) φαίνεται να υπάρχει μια μεταβατική ζώνη που διαχωρίζει την αρκετά ομοιογενή πανίδα των χαμηλότερων υψομέτρων από την σημαντικά διαφορετική πανίδα των κορυφών των βουνών (Chatzaki et al. 2005). Μείωση της ποικιλότητας άνω των 1600m αναφέρεται και από τους Chatzaki et al. (2009) για τα Oripiliones στα Λευκά Όρη, αν και η αφθονία τους παρουσιάζεται μεγαλύτερη στα υψόμετρα αυτά.

### **1.3.9 Αξία Ορθοπτέρων ως οικολογικοί δείκτες**

Τα Ορθόπτερα είναι καλοί δείκτες για οικολογικές μελέτες και για τα χαρακτηριστικά των λιβαδικών οικοσυστημάτων και μπορούν να προσθέσουν σημαντική πληροφορία για την ανάπτυξη καλύτερων πρακτικών διαχείρισης (Kati et

al. 2004b, Poniatowski & Fartmann 2008), αν και σπάνια λαμβάνονται υπόψιν σε διαχειριστικά προγράμματα (Kati et al. 2004b). Είναι ευαίσθητα στις περιβαλλοντικές αλλαγές και στην ποιότητα των ενδιαιτημάτων τους (Poniatowski & Fartmann 2008, Bazelet & Samways 2011), και αποτελούν καλούς δείκτες διαταραχής και φυσικότητας (naturalness) στα λιβαδικά συστήματα (Báldi & Kisbenedek 1997).

Η αξία τους ως δείκτες έγκειται στα ακόλουθα χαρακτηριστικά: έντονη απόκριση στην ένταση της βόσκησης, την συχνότητα των πυρκαγιών και γενικότερα τις περιβαλλοντικές αλλαγές όπως την εγκατάλειψη και την αλλαγή των χαρακτηριστικών των μικροενδιαιτημάτων και των χρήσεων γης (Báldi & Kisbenedek 1997, Kati et al. 2006, Bazelet & Samways 2011), υψηλή ποικιλότητα και λειτουργική σημασία στη δομή των οικοσυστημάτων (Poniatowski & Fartmann 2008), εύκολη σύλληψη και ταξινομική αναγνώριση (Poniatowski & Fartmann 2008). Επιπλέον, είναι ευαίσθητα στη ρύπανση ενώ ορισμένα είδη αποκρίνονται στην κλιματική αλλαγή και είναι ιδανικά για τη μελέτη της (Nufio et al. 2010, Gerlach et al. 2013). Τέλος, η προστασία τους μπορεί να βοηθήσει έμμεσα στην προστασία της χερσαίας ερπετοπανίδας, καθώς, ως εξώθερμοι οργανισμοί, η κατανομή και των δύο εξαρτάται από την ξηρασία και την σκίαση (Kati et al. 2004a).

Η κατάσταση κινδύνου των ειδών Ορθοπτέρων αξιολογείται με βάση τον κόκκινο κατάλογο της IUCN (International Union for Conservation of Nature). Η IUCN κατατάσσει τα είδη σε 9 κατηγορίες ώστε να αποτιμήσει τον κίνδυνο εξαφάνισής τους (IUCN 2001):

- Εξαφανισθέντα (*Extinct*, EX) - Δεν υπάρχουν πλέον άτομα του είδους
- Εξαφανισθέντα στη Φύση (*Extinct in the Wild*, EW) - Επιβιώνουν μόνο στην αιχμαλωσία, ή ως εισηγμένος στη φύση πληθυσμός έξω από την ιστορική τους κατανομή
- Κρισίμως Κινδυνεύοντα (*Critically Endangered*, CR) - Πολύ μεγάλος κίνδυνος εξαφάνισης στη φύση
- Κινδυνεύοντα (*Endangered*, EN) - Μεγάλος κίνδυνος εξαφάνισης στη φύση
- Τρωτά (*Vulnerable*, VU) - Μεγάλη πιθανότητα κινδύνου
- Σχεδόν Απειλούμενα (*Near Threatened*, NT) - Είναι πιθανό να γίνουν Κινδυνεύοντα στο άμεσο μέλλον
- Ελάχιστης Ανησυχίας (*Least Concern*, LC) - Ελάχιστος κίνδυνος
- Ανεπαρκώς Γνωστά (*Data Deficient*, DD) - Δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα ώστε να γίνει αποτίμηση του κινδύνου εξαφάνισης
- Μη Αξιολογημένα (*Not Evaluated*, NE) - Δεν έχουν ακόμη αποτιμηθεί με βάση τα κριτήρια

Στα πλαίσια της Κόκκινης Λίστας της IUCN, ο επίσημος όρος «Απειλούμενα» αναφέρεται στις κατηγορίες: Κρισίμως Κινδυνεύοντα, Κινδυνεύοντα και Τρωτά.

### 1.3.10 Η ορθοπτεροπανίδα της Ελλάδας και της Κρήτης

Η Ορθοπτερική πανίδα της Ελλάδας είναι αρκετά καλά μελετημένη, ιδιαίτερα μετά τις σημαντικότερες δημοσιεύσεις της οικογένειας Willemse (Willemse 1984, 1985, Willemse & Willemse 2008, Willemse et al. 2018a κ.ά.). Ο πρώτος ολοκληρωμένος κατάλογος των Ορθοπτέρων στην Ελλάδα συντάχθηκε από τον F. Willemse το 1984 και ανανεώθηκε το 2018 από τους Willemse et al. 2018.

Στην Ελλάδα συναντάμε 378 είδη Ορθοπτέρων που κατατάσσονται σε 13 οικογένειες οι οποίες ανήκουν σε 7 υπεριοικογένειες (Willemse et al. 2018a). Από αυτά 139 είδη είναι ελληνικά ενδημικά (ποσοστό ενδημισμού 37%). Οι αριθμοί αυτοί είναι ιδιαίτερα υψηλοί και δείχνουν μια πολύ πλούσια πανίδα, ιδιαίτερα αν συγκριθούν με εκείνη γειτονικών χωρών όπως η Βουλγαρία (213 είδη) και η Βόρεια Μακεδονία (175 είδη) (Chobanov 2009, Chobanov et al. 2014, Alexiou 2017).

Στην Κρήτη και τα δορυφορικά νησιά της, σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, εμφανίζονται 73 είδη 12 οικογενειών (Naturalis Biodiveristy Centre 2005, Willemse et al. 2018a).

Η ορθοπτεροπανίδα της Κρήτης παρουσιάζει πολλές ιδιαιτερότητες, με βασική την παρουσία ιδιαίτερα μεγάλου αριθμού ενδημικών τάξων (21 είδη και 1 υποείδος), τα οποία φαίνονται στον Πίνακα 1. Από αυτά, τα 18 είδη συναντώνται μόνο στην Κρήτη και τα νησιά-δορυφόρους της (Γαύδος, Δία κ.ά.), και 3 εξαπλώνονται στην Κρήτη και τα γύρω νησιωτικά συγκροτήματα. Το ενδημικό υποείδος της Κρήτης είναι το *Platycleis albopunctata cretica*, που συναντάται αποκλειστικά στα ορεινά του νησιού. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Κρήτη δεν διαθέτει κοινά ηπειρωτικά ενδημικά είδη με την ηπειρωτική Ελλάδα (δηλαδή είδη που είναι ενδημικά στην Ελλάδα και εμφανίζονται τόσο στην Κρήτη όσο και στην ηπειρωτική Ελλάδα) (Willemse & Kruseman 1976). Όσα είδη της Κρήτης δεν είναι ενδημικά του νησιού και δεν τα μοιράζεται με τα γύρω νησιά, είναι ευρέως εξαπλωμένα στην ανατολική λεκάνη της Μεσογείου ή έχουν ακόμα ευρύτερη κατανομή (βλ Ενότητα 3.5) (Willemse & Kruseman 1976).

Πίνακας 1 Ενδημικά είδη της Κρήτης, των δορυφορικών της νησίδων και ενδημικά που μοιράζεται με τα γύρω νησιωτικά συγκροτήματα. Σημειώνεται η γνωστή τους εξάπλωση στην Ελλάδα

Είδος	Εξάπλωση
<i>Acrometopa cretensis</i>	Κρήτη, Κυκλάδες, Ικαρία <sup>3</sup>
<i>Chorthippus biroii</i>	Κρήτη, Κυκλάδες, Γαύδος
<i>Dolichopoda paraskevi</i>	Κρήτη
<i>Eupholidoptera annamariae</i>	Κρήτη
<i>Eupholidoptera astyla</i>	Κρήτη
<i>Eupholidoptera cretica</i>	Κρήτη
<i>Eupholidoptera feri</i>	Κρήτη

<sup>3</sup> Στο νησί βρίσκεται το ενδημικό υποείδος *Acrometopa cretensis daedali*

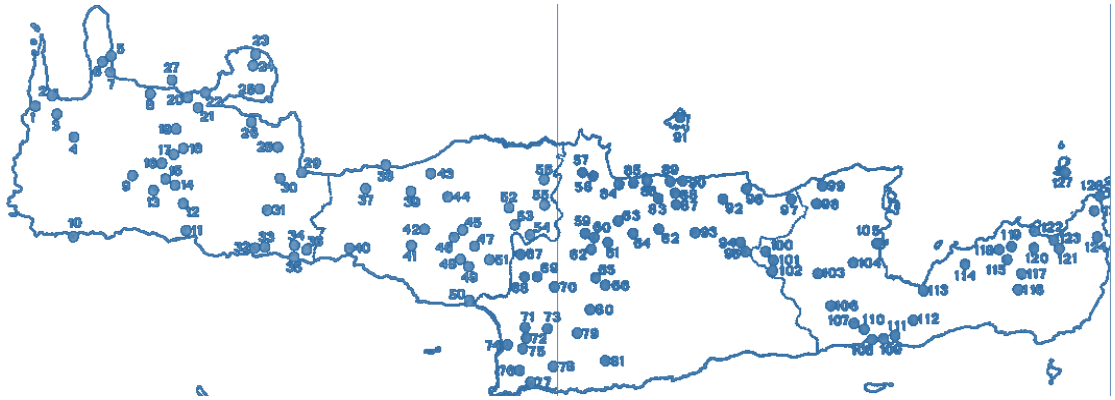
<i>Eupholidoptera forcipata</i>	Κρήτη
<i>Eupholidoptera gemellata</i>	Κρήτη
<i>Eupholidoptera giuliae</i>	Κρήτη
<i>Eupholidoptera jacquelineae</i>	Γαύδος
<i>Eupholidoptera latens</i>	Κρήτη
<i>Eupholidoptera mariannae</i>	Κρήτη
<i>Eupholidoptera pallipes</i>	Κρήτη
<i>Gryllomorpha cretensis</i>	Κρήτη
<i>Oedipoda venusta</i>	Κρήτη και Κάρπαθος
<i>Orchamus raulinii</i>	Κρήτη
<i>Ovaliptila lindbergi</i>	Κρήτη
<i>Poecilimon cretensis</i>	Κρήτη, Γαύδος
<i>Rhacocleis derrai</i>	Κρήτη
<i>Troglophilus spinulosus</i>	Κρήτη

### 1.3.11 Η έρευνα των Ορθοπτέρων στην Κρήτη

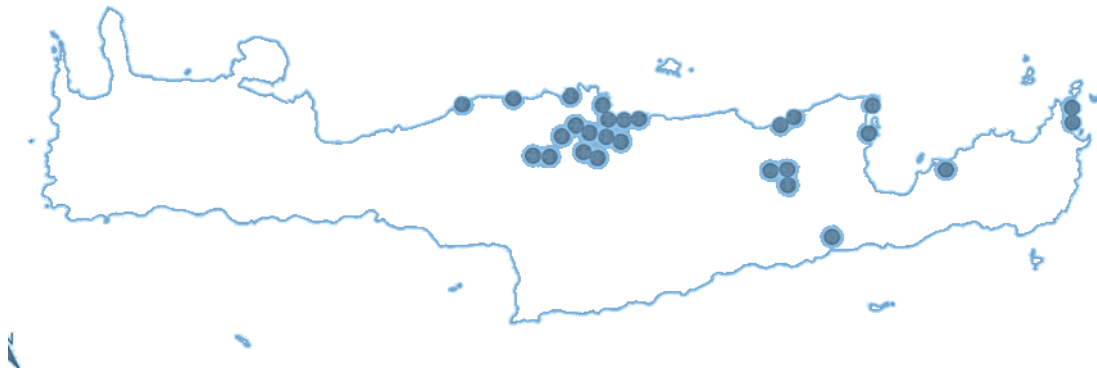
Ο πρώτος ολοκληρωμένος κατάλογος των Ορθοπτέρων για την Κρήτη συντάχθηκε το 1927 από τον Ramme, συγκεντρώνοντας τη μέχρι τότε γνωστή πληροφορία για το νησί και δίνοντας 50 είδη. Ο κατάλογος ανανεώθηκε από τους (Willemse & Kruseman 1976) φτάνοντας τα 63 είδη. Από τότε δεν έχει γίνει κάποια μελέτη τόσο μεγάλης έκτασης, πέρα από μια μικρότερη το 2018 από τους (Wittmann et al. 2018) και τους Willemse et al. (2018). Η τελευταία ανανεώνει και συγκεντρώνει την πληροφορία για ολόκληρη την Ελλάδα, δίνοντας τη λίστα των 73 ειδών για την Κρήτη (συμπεριλαμβανομένης της Γαύδου).

Το σύνολο των ερευνών αυτών έχει πραγματοποιηθεί με εντομολογικό δίχτυ και σύλληψη με το χέρι (Werner 1903, Kuthy 1907, Ramme 1927, Willemse & Kruseman 1976, Kollaros et al. 1991, Willemse et al. 2018a, Wittmann et al. 2018 κ.ά.). Δύο χάρτες με τις θέσεις όπου έχουν καταγραφεί Ορθόπτερα στην Κρήτη, φαίνονται στις Εικόνες Εικόνα 6 και Εικόνα 7 από τις εργασίες των Willemse & Kruseman (1976) και Wittmann et al. (2018) αντίστοιχα.





Εικόνα 6 Τοποθεσίες όπου εντοπίστηκαν τα Ορθόπτερα που αναφέρονται στην εργασία των F Willemse and Kruseman (1976). Στην εργασία συμπεριλαμβάνονται οι τοποθεσίες από παλαιότερες καταγραφές (Werner 1903, Kuthy 1907, Ramme 1927 κ.ά.)



Εικόνα 7 Τοποθεσίες όπου εντοπίστηκαν Ορθόπτερα από τους Wittmannet et al. (2018)

### 1.3.12 Βιογεωγραφία των Ορθοπτέρων

#### 1.3.12.1 Βιογεωγραφία στην Μεσόγειο και την Ευρώπη

Η βασική μορφολογική, γενετική και ταξινομική διαφοροποίηση των Ορθοπτέρων στην Ευρώπη έλαβε χώρα στο Μέσο Μειόκαινο (16 εκ χρόνια πριν) (Kenyeres et al. 2009), την περίοδο που ξεκίνησε η έντονη γεωλογική δραστηριότητα στη Μεσόγειο (Dermitzakis 1990). Η δραστηριότητα αυτή ήταν ιδιαίτερα σημαντική στη ΝΑ Μεσόγειο και οδήγησε εκείνη την περίοδο στην εξέλιξη των ενδημικών γενών της (Dermitzakis 1990, Kenyeres et al. 2009).

Ο ρόλος της Μεσογείου στη διαμόρφωση της πανίδας της Ευρώπης ήταν καθοριστικός. Κατά τη διάρκεια των παγετώνων αποτέλεσε σημαντικό καταφύγιο ειδών, τα οποία περιορίζονταν σε θέσεις με ευνοϊκές για αυτά συνθήκες (καταφύγια) (Cooper et al. 1995, Hewitt 1996, 1999, Kenyeres et al. 2009). Έτσι, δημιουργήθηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις στα είδη, ακόμη και σε εκείνα με μεγάλη ικανότητα διασποράς (Cooper et al. 1995, Hewitt 1996, 1999, Kenyeres et al. 2009). Στις μεσοπαγετώδεις περιόδους οι οργανισμοί διασπείρονταν και δημιουργούσαν ζώνες υβριδισμού με οργανισμούς άλλων καταφυγίων (Hewitt 1996, 1999, Schmitt 2007,

Kenyeres et al. 2009). Οι διαδικασίες ειδογένεσης και ομογενοποίησης αυτές οδήγησαν σε πολλά ενδημικά είδη στις Μεσογειακές χώρες και ιδίως στα βουνά τους. Ωστόσο δεν πρέπει να παραβλεφθεί και η επίδραση του ανθρώπου τα τελευταία 8000 περίπου χρόνια στη διαμόρφωση της πανίδας ιδίως των νησιών με τις εισαγωγές πολλών ειδών (Vogiatzakis & Rackham 2008, Kenyeres et al. 2009).

Ο ρόλος αυτός αντανακλάται στην κατανομή των ενδημικών ειδών στην Ευρώπη: οι πλουσιότερες σε ενδημικά περιοχές (και γενικότερα σε αριθμό ειδών) συγκεντρώνονται στη Μεσόγειο, ιδιαίτερα στις χερσονήσους, τα μεγάλα νησιά της και τα ψηλά βουνά (Tzedakis 1993, Hewitt 2000, Kenyeres et al. 2009, Hughes & Woodward 2017).

### *1.3.12.2 Βιογεωγραφία της ανατολικής λεκάνης της Μεσογείου και Ελλάδας*

Όπως προαναφέρθηκε, η Ελλάδα διαθέτει έναν εντυπωσιακό αριθμό ειδών γενικά και ιδιαίτερα ενδημικών ειδών, και αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα hotspot βιοποικιλότητας της Ευρώπης. Όμως πού οφείλεται αυτή η ποικιλότητα; Πηγάζει από ένα σύνολο γεωγραφικών, παλαιογεωγραφικών και οικολογικών αιτιών, οι οποίες περιλαμβάνουν την μεγάλη τοπογραφική ποικιλότητα της περιοχής, την πολύπλοκη παλαιογεωγραφική και γεωλογική ιστορία της, τον καταφυγικό ρόλο που διαδραμάτισε κατά τις παγετώδεις περιόδους, και τη γεωγραφική της θέση ανάμεσα σε διαφορετικές ζωογεωγραφικές περιοχές (Kenyeres et al. 2009, Alexίου 2017).

Σε αυτή την ενότητα αναφέρεται η παλαιογεωγραφική ιστορία της Ανατολικής Μεσογείου, και πώς αυτή επηρέασε την εξάπλωση των Ορθοπτέρων και την εμφάνιση ενδημικών μορφών. Ο παλαιογεωγραφικός χάρτης του Αιγαίου από το Μειόκαινο μέχρι σήμερα φαίνεται στην Εικόνα 8.

Οι διαδικασίες σύγκρουσης των τεκτονικών πλακών της Αφρικής και Αραβικής χερσονήσου με την Ευρασιατική στο Μέσο Μειόκαινο οδήγησαν στη δημιουργία της Μεσο-αιγαιακής τάφρου 9-12 εκατομμύρια χρόνια πριν (Creutzburg 1963, Poulakakis et al. 2015), η οποία χώρισε την Αιγαίδα σε ανατολική και δυτική απομονώνοντας την Ελλάδα από το Ανατολικό Αιγαίο και την Ανατολία και οδηγώντας στην διαφοροποίηση πολλών τάξεων (Dermitzakis 1990, Çiplak 2004, Poulakakis et al. 2015, Allegrucci et al. 2017). Γέφυρες ξηράς μεταξύ τους δημιουργήθηκαν κατά τη Κρίση Αλατότητας του Μεσσηνίου (5.96–5.33 εκ χρόνια πριν) επιτρέποντας τις ανταλλαγές ειδών ανάμεσα στην Ελλάδα και την Ανατολία, αν και η παρουσία εβαποριτών εξακολουθούσε να αποτελεί φράγμα για πολλούς οργανισμούς (Dermitzakis & Papanikolaou 1981, Dermitzakis 1990, Çiplak 2004, Sfenthourakis & Triantis 2017). Στη συνέχεια, σε μεγάλο βαθμό λόγω των ευστατικών κινήσεων κατά τις παγετώδεις και μεσοπαγετώδεις περιόδους του Πλειστόκαινου (Anastasakis & Dermitzakis 1990, Perissoratis & Conispoliatis 2003), συνδέσεις ξηράς δημιουργούνταν και καταβυθίζονταν στην περιοχή επηρεάζοντας την ανταλλαγή και την απομόνωση των οργανισμών στο Αιγαίο και οδηγώντας στη διαφοροποίηση πολλών ασπόνδυλων (Poulakakis et al. 2015). Παράλληλα, όπως αναφέρθηκε, η περιοχή του Αιγαίου λειτούργησε εκείνη την περίοδο σαν καταφύγιο και εξελικτικό εργαστήριο πολλών ειδών (Hewitt 1999, 2000, Çiplak 2008, Allegrucci et al. 2017). Ένα παράδειγμα

Ορθόπτερου που η ειδογένεσή του οφείλεται στα γεγονότα μετά την Κρίση Αλατότητας του Μεσσηνίου αποτελεί το σπηλαιόβιο γένος *Dolichopoda* (Allegrucci et al. 2009, Roulakakis et al. 2015, Taylan & Şirin 2016).

Τέλος, η παρουσία του ανθρώπου στην Ανατολική Μεσόγειο έχει επηρεάσει πολύ έντονα τα πρότυπα εξάπλωσης πολλών οργανισμών (Roulakakis et al. 2015).

Εξαιτίας των φαινομένων αυτών και της στενής σχέσης με την Ανατολία, η Βαλκανική χερσόνησος θεωρείται το σημαντικότερο κέντρο ενδημισμού για τα Ορθόπτερα στην Ευρώπη (Alexiou 2017; Kenyeres, Rácz, and Varga 2009). Μάλιστα, τα Ορθόπτερα αποτελούν μια ομάδα-δείκτη για την ανίχνευση βιογεωγραφικών προτύπων στην Ανατολική Μεσόγειο (Çiplak 2004).

Η στενή πανιδική σχέση μεταξύ της Βαλκανικής χερσονήσου και της Ανατολίας γίνεται φανερή αν εξεταστεί η κατανομή πολλών γενών Ορθοπτέρων πλούσιων σε ενδημικά τάξα (Kenyeres et al. 2009). Ιδιαίτερη μνεία αξίζουν τα γένη *Eupholidoptera* και *Poecilimon*.

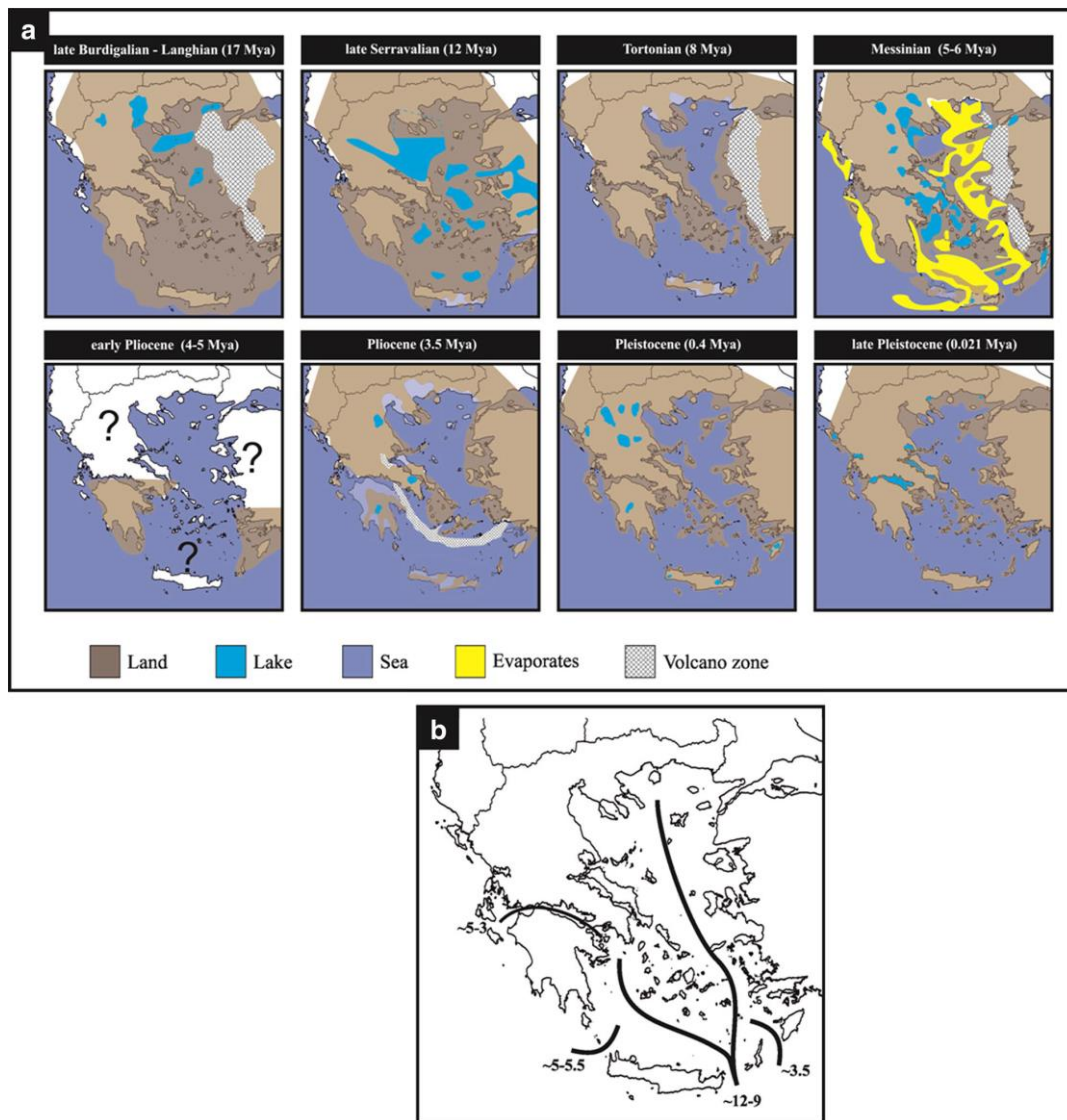
#### *Eupholidoptera*

Το γένος αυτό των Tettigoniidae έχει ιδιαίτερα χαμηλή ικανότητα διασποράς. Το κέντρο της εξάπλωσής του είναι η Ν. Βαλκανική και η Μικρά Ασία (Εικόνα 9) (Çiplak 2004) και η Ελλάδα είναι ιδιαίτερα πλούσια σε είδη, διαθέτοντας πάνω από το 1/3 των ειδών του (Mofidi-Neyestanak & Quicke 2007). Συναντάται συνήθως σε τυπικά μεσογειακά συστήματα μακί και φρυγάνων σε παράκτιες περιοχές (Çiplak 2004), τα οποία δεν του επέτρεψαν να εξαπλωθεί βορειότερα σε περιοχές χωρίς μεσογειακό κλίμα (Kenyeres et al. 2009). Η κατανομή των περισσότερων ειδών είναι πολύ περιορισμένη, συχνά σε ένα μόνο νησί ή βουνό, και η παλαιογεωγραφία του συσχετίζεται έντονα με τις τεκτονικές κινήσεις της Ανατολικής Μεσογείου, καθώς η εξάπλωσή του συμπίπτει με την Αιγαϊκή πλάκα (Çiplak 2004). Έχει προταθεί ότι ο πρόγονος του γένους εμφανίστηκε πριν 16 εκ χρόνια στην Αιγαΐδα, η οποία τότε περιβαλλόταν ολοκληρωτικά από την Τηθύ και την Παρατηθύ (Çiplak 2004). Μάλιστα, εικάζεται πως πρωτοεμφανίστηκε σε κάποια θέση στην Κρήτη ή γύρω από αυτή (Çiplak et al. 2010).

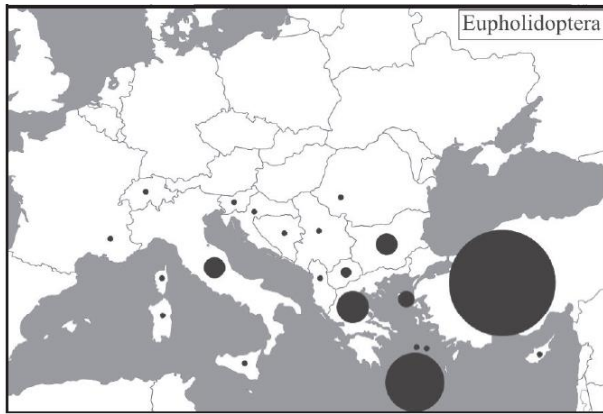
#### *Poecilimon*

Το *Poecilimon* είναι ένα από τα πλουσιότερα σε είδη γένη της Παλαιαρκτικής με 137 είδη (Lehmann et al. 2006) και μεγάλο πλήθος ενδημικών ειδών στην Α. Μεσόγειο, πλούτος που σε μεγάλο βαθμό οφείλεται στη χαμηλή ικανότητα διασποράς του (Lehmann et al. 2006). Ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών του συναντάται στα Βαλκάνια και την Ανατολία (Εικόνα 10). Ιδιαίτερα στην Ελλάδα, διαθέτει 45 είδη με 19 ενδημικά (Willemse et al. 2018a), τα οποία συναντώνται στα βουνά της και στα νησιά του Αιγαίου (Kenyeres et al. 2009). Απαντάται σε πιο ηπειρωτικά περιβάλλοντα από την *Eupholidoptera*, κυρίως στέπες και ψηλά γρασιδία, τα οποία συχνά βρίσκονται στα μεγάλα υψόμετρα (Çiplak 2004). Το γεγονός αυτό πιθανόν να οδήγησε στην εξέλιξη, απομόνωση και διαφοροποίηση του γένους κατά τις παγετώδεις και μεσοπαγετώδεις περιόδους (Çiplak 2004). Ταυτόχρονα, επέτρεψε στο γένος να επεκταθεί και σε περιβάλλοντα διαφορετικά από το Μεσογειακό, καταλήγοντας να διαθέτει μια

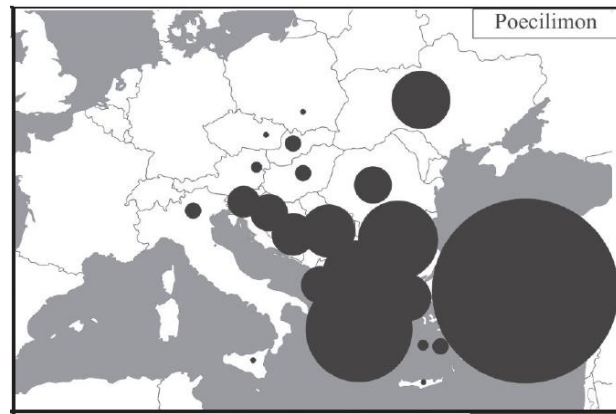
εξάπλωση και περιβαλλοντικό εύρος μεγαλύτερο από της *Eupholidoptera* (Kenyeres et al. 2009) (Εικόνα 10).



Εικόνα 8 α) Η Ελλάδα από το Μειόκαινο μέχρι σήμερα (Ρουλακάκης et al. 2015), τροποποιημένος από τους χάρτες των Creutzburg (1963), Dermitzakis & Papanikolaou (1981), Meulenkamp (1985), Dermitzakis (1990). β) Οι κύριοι γεωλογικοί φραγμοί στο Αιγαίο, σε εκατομμύρια χρόνια πριν (Ρουλακάκης et al. 2015).



Εικόνα 9 Κατανομή του γένους *Eupholidoptera*. Το μέγεθος των κύκλων είναι ανάλογο του αριθμού των ατόμων (μεταξύ 1 και 60) (Kenyeres et al. 2009)



Εικόνα 10 Κατανομή του γένους *Poecilimon*. Το μέγεθος των κύκλων είναι ανάλογο του αριθμού των ατόμων (μεταξύ 1 και 60) (Kenyeres et al. 2009)

#### Αίτια ενδημισμού Ορθοπτέρων

Ο υψηλός ενδημισμός που εμφανίζεται στην Ελλάδα οφείλεται στον συνδυασμό τριών βασικών φαινομένων: γεωλογική ιστορία, πολύπλοκη τοπογραφία και χαμηλή ικανότητα διασποράς πολλών τάξεων.

Αρχικά, η γεωλογική ιστορία της Ελλάδας είναι πολύπλοκη και ταραγμένη, κι έχει οδηγήσει σε μια πολύπλοκη τοπογραφία. Αυτή έχει επηρεάσει περισσότερο τη Νότια Ελλάδα (Πελοπόννησος, Κρήτη, Κυκλάδες), με αποτέλεσμα ο ενδημισμός να είναι υψηλότερος εκεί. Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο παίζει η παρουσία πολλών απομονωμένων ενδιαιτημάτων που έχει προκληθεί από τη γεωλογική αυτή ιστορία. Τα νησιά, τα σπήλαια και οι κορυφές των βουνών αποτελούν σημαντικότερα τέτοια ενδιαιτήματα, και μάλιστα τα σημαντικότερα κέντρα ενδημισμού (hotspots) βρίσκονται σε ψηλά βουνά. Η απομόνωση που δημιουργούν αυτά τα ενδιαιτήματα εντείνεται στα είδη με χαμηλή ικανότητα πτήσης, και επομένως διασποράς. Έτσι, τα περισσότερα ενδημικά είδη της Ελλάδας έχουν κοντά ή καθόλου φτερά (Sfenthourakis & Legakis 2001, Alexiou 2017, Willemse et al. 2018a).

#### ***1.3.12.3 Βιογεωγραφία Κρήτης και πανιδικές συγγένειες με γειτονικές περιοχές***

Η απομόνωση της Κρήτης ξεκίνησε στο μέσο Μειόκαινο (12-9 εκατομμύρια χρόνια πριν) με την δημιουργία της Μεσο-αιγαιακής Τάφρου (mid-Aegean trench) και της δημιουργίας του Κρητικού Πελάγους, η οποία την απομόνωσε από την Ανατολία και τις Κυκλάδες αντίστοιχα (Dermitzakis 1990, Sfenthourakis & Triantis 2017, Fassoulas 2018). Αργότερα, μετά το πέρας της Κρίσης Αλατότητας, η Κρήτη απομονώθηκε και από την Πελοπόννησο και τα Κύθηρα (Creutzburg 1963, Dermitzakis & Papanikolaou 1981, Dermitzakis 1990, Krijgsman et al. 1999, Poulakakis et al. 2015, Fassoulas 2018). Στο Πλειόκαινο που ακολούθησε, η Κρήτη αποτελούσε ένα σύμπλεγμα νησιών απομονωμένων από τις γύρω περιοχές (Poulakakis et al. 2015, Sakellariou & Galanidou 2017), τα οποία ενώθηκαν σε ένα νησί κατά το Πλειστόκαινο (Poulakakis et al. 2015, Sakellariou & Galanidou 2017). Ακόμη και κατά τις περιόδους των παγετώνων, που η

στάθμη της θάλασσας ήταν 200m χαμηλότερη από σήμερα (Beerli et al. 1996), η Κρήτη δεν ενώθηκε με άλλες περιοχές (Vogiatzakis & Rackham 2008). Η πολύ παλιά αυτή απομόνωση και η παραγμένη γεωλογική ιστορία προσδίδουν στην πανίδα του νησιού μοναδικά χαρακτηριστικά που καθιστούν την βιογεωγραφική της ιστορία ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα.

Όσον αφορά την Ορθοπτερική πανίδα της, η Κρήτη είναι τυπική νησιωτική και εμφανίζει την μεγαλύτερη συγγένεια με τις Κυκλάδες. Η συγγένεια αυτή μαρτυράται, εκτός από τα 3 ενδημικά είδη που μοιράζονται τα διαμερίσματα, και από τη στενή συγγένεια της ενδημικής *Dolichopoda paraskevi* με το είδος *D. naxia*, ενδημικό της Νάξου (Willemse & Kruseman 1976).

Επιπλέον, η Κρήτη εμφανίζει αρκετά στενή συγγένεια με την Ανατολία, και μάλιστα στενότερη απ' ότι με την Ηπειρωτική Ελλάδα και την Πελοπόννησο (Willemse & Kruseman 1976). Ενδιαφέροντα παραδείγματα που υποστηρίζουν το φαινόμενο αυτό αποτελούν τα γένη *Eupholidoptera* και *Poecilimon*.

Η Κρήτη διαθέτει έναν εντυπωσιακό αριθμό ειδών *Eupholidoptera* (12 είδη συμπεριλαμβανομένης της Γαύδου), 11 εκ των οποίων είναι ενδημικά του νησιού. Αντίθετα, τα υπόλοιπα γεωγραφικά διαμερίσματα της Ελλάδας διαθέτουν από 0-4 είδη το καθένα, τα οποία μάλιστα (με εξαίρεση την *E. smyrnensis*) δεν συναντώνται στην Κρήτη. Εξίσου πλούσια με την Κρητική είναι η πανίδα στην Ανατολία, ενώ η πανίδα της Πελοποννήσου και των Κυθήρων είναι χαρακτηριστικά φτωχή, έχοντας από ένα είδος το κάθε ένα (Εικόνα 9) (Willemse & Kruseman 1976, Kenyeres et al. 2009).

Μια φυλογενετική μελέτη βασισμένη στους μορφολογικούς χαρακτήρες και στα χαρακτηριστικά ηχογράμματα των ειδών (Çıplak et al. 2010), δείχνει πως τα είδη της Κρήτης, και συγκεκριμένα εκείνα που ζουν στα πιο απομονωμένα ενδιαιτήματα (κορυφές Λευκών Ορέων, Ψηλορείτη), είναι αρκετά απομακρυσμένα μεταξύ τους φυλογενετικά, ενώ τα πεδινά είδη συνιστούν έναν διαφορετικό κλάδο. Επιπλέον, η ομάδα στην οποία ανήκει η πλειονότητα των κρητικών ειδών (group *E. prasina*), απουσιάζει εντελώς από την ηπειρωτική Ελλάδα, ενώ επικρατεί στο νότιο και κεντρικό Αιγαίο και την Ανατολία (Çıplak et al. 2010). Ταυτόχρονα, το group *E. chabrieri* συναντάται κυρίως στην ηπειρωτική Ελλάδα, με ορισμένα είδη στην Κρήτη και την Ανατολία (Çıplak et al. 2010).

Ιδιαίτερη περίπτωση αποτελεί η *E. jacquelineae*, η οποία είναι ενδημική της Γαύδου. Η φυλογενετική ανάλυση των (Çıplak et al. 2010) δίνει πως το συγγενικότερο σε αυτή είδος είναι η *E. forcipata*, ένα ενδημικό του Ψηλορείτη, και την τοποθετεί στο subgroup *E. anatolica* του group *E. prasina*. Το subgroup *E. anatolica* περιλαμβάνει ένα ενδημικό είδος των Κυθήρων (*E. spinigera*), είδη του ανατολικού Αιγαίου (*E. prasina*, *E. icariensis*) και της Ανατολίας (*E. tucherti*, *E. karabagi*, *E. femorata*). Οι υπόλοιπες *Eupholidoptera* της Κρήτης τοποθετούνται στα subgroups *E. latens* (group *E. prasina*) και στο group *E. chabrieri*. Έτσι, η *E. jacquelineae* δείχνει μεγαλύτερη συγγένεια με είδη της Ανατολίας και του Αιγαίου, απ' ότι με τα είδη της Κρήτης, με εξαίρεση την *E. forcipata* (Tilmans 2002, Çıplak et al. 2010).

Το αντίστροφο φαινόμενο παρατηρείται στους *Poecilimon*. Η Κρήτη έχει μονάχα ένα είδος και μάλιστα ενδημικό, αν και προσωπική επικοινωνία με τους Willemse &

Tilmans έδειξε πως η Γαύδος διαθέτει ένα ακόμη είδος, ενδημικό στο νησί. Η ηπειρωτική Ελλάδα και η Πελοπόννησος, αντίθετα, είναι ιδιαίτερα πλούσιες σε αριθμό ειδών (Willemse & Kruseman 1976, Kenyeres et al. 2009) (Εικόνα 10). Όπως έδειξε μια έρευνα βασισμένη στους μορφολογικούς χαρακτήρες και στα χαρακτηριστικά ηχογράμματα των ειδών (Kaya et al. 2018), το ενδημικό της Κρήτης, *Poecilimon cretensis*, ανήκει στην φυλογενετική ομάδα *Poecilimon (Poecilimon) inflatus*. Αυτή είναι μια γενεαλογική γραμμή που εξαπλώνεται σε μια στενή ζώνη στη νοτιο-δυτική Ανατολία, την Κρήτη και κάποια νησιά του Αιγαίου (Kaya et al. 2018), ενώ ο κοντινότερος συγγενής του είναι ένα είδος της νοτιοδυτικής Ανατολίας, το *Poecilimon inflatus* (Willemse & Kruseman 1976). Έτσι, φαίνεται ότι φυλογενετικά το κρητικό είδος είναι αρκετά απομακρυσμένο από τα υπόλοιπα της ηπειρωτικής Ελλάδας και της Πελοποννήσου, αλλά στενά συγγενικό με ένα είδος της Ανατολίας.

Άλλα είδη που μαρτυρούν στενή συγγένεια με την Ανατολία και γενικότερα τη ΝΑ Μεσόγειο είναι το *Orchamus raulinii*, η *Gryllotalpa stepposa* και η *Tropidola longicornis* (Willemse & Kruseman 1976). Η τελευταία, μάλιστα, εξαπλώνεται στην βόρεια Αφρική, την Μέση Ανατολή και την Τουρκία, και η Κρήτη είναι το μοναδικό μέρος στην Ευρώπη όπου συναντάται (Willemse et al. 2018a, IUCN 2019).

Τέλος, εμφανίζεται και κάποια σχέση με την πανίδα της Σικελίας, αλλά όχι τόσο κοντινή όσο με την Ανατολική Μεσόγειο. Ένα είδος που δηλώνει τη συγγένεια αυτή είναι το *Uromenus elegans* (Fischer), που συναντάται μόνο στη Ν. Ιταλία, τη Σαρδηνία, τη Σικελία, μία θέση στην Πελοπόννησο και στην Κρήτη (Willemse et al. 2018a).

#### 1.4 Η χρήση των παγίδων παρεμβολής για τη σύλληψη Ορθοπτέρων

Όπως προαναφέρθηκε, οι κλασσικές μέθοδοι συλλογής Ορθοπτέρων περιλαμβάνουν την χρήση εντομολογικού διχτιού και τη σύλληψη με το χέρι, τα transect counts και box-quadrat sampling (Gardiner et al. 2005, Schirmel et al. 2010). Μια μέθοδος που χρησιμοποιείται αρκετά σπάνια είναι αυτή της ένθεσης παγίδων παρεμβολής (pitfall traps), η οποία χρησιμοποιείται ευρέως σε δειγματοληψίες εδαφόβιων αρθροπόδων (Sabu & Shiju 2010, Kaltsas & Simaiakis 2012, Kaltsas et al. 2013, Szinwelski et al. 2013) αλλά ελάχιστα στα Ορθόπτερα (Gardiner et al. 2005, Schirmel et al. 2010). Η μέθοδος αυτή έχει χρησιμοποιηθεί για τη συλλογή της πλειονότητας των δειγμάτων της παρούσας εργασίας. Για την περιγραφή του τρόπου λειτουργίας της, βλέπε Ενότητα 2.2.1.

Η μεθοδολογία αυτή παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα για την συλλογή Ορθοπτέρων, και η αξία της σε οικολογικές και πανιδικές μελέτες είναι ακόμα σημείο διαφωνίας μεταξύ των ερευνητών (Gardiner et al. 2005, Harvey & Gardiner 2006, Nagy et al. 2007, Schirmel et al. 2010, Sabu & Shiju 2010, Szinwelski et al. 2013, Zaller et al. 2015).

Ορισμένα μειονεκτήματα των παγίδων παρεμβολής αναφέρονται παρακάτω:

- Οι εκτιμήσεις αφθονίας και ποικιλότητας δεν γνωρίζουμε αν είναι ακριβείς για τα Ορθόπτερα, και σίγουρα είναι ανακριβείς για χορτοβιόντα, μεγαλόσωμα και ευκίνητα τάξα (Schirmel et al. 2010, Szinwelski et al. 2013)

- Τα χορτοβιόντα είδη υποεκπροσωπούνται σημαντικά, τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά (Gardiner et al. 2005, Schirmel et al. 2010).
- Σε πολλές έρευνες οι παγίδες παρεμβολής κατόρθωναν να συλλάβουν μόνο τις νύμφες μεγαλόσωμων, ευκίνητων Ορθοπτέρων, οι οποίες σπάνια μπορούν να αναγνωριστούν. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην υποεκπροσώπηση τέτοιων τάξων και την πιθανή παρερμηνεία τους ως σπάνια (Szinwelski et al. 2013).
- Αν μια παγίδα προσελκύει με τη μυρωδιά της τα Ορθόπτερα είναι ακατάλληλη για οικολογικές μελέτες, αφού δεν συλλαμβάνει έναν αντιπροσωπευτικό, τυχαίο αριθμό ατόμων, αλλά συγκεντρώνει τα άτομα της περιοχής, πιθανώς οδηγώντας σε υπερεκτίμηση του πληθυσμού τους (Szinwelski et al. 2013).
- Η καταστροφική τους φύση μπορεί να μειώσει τους πληθυσμούς σπάνιων και ολιγάριθμων πληθυσμών (Gardiner et al. 2005).

Οι χρήσεις των παγίδων παρεμβολής ωστόσο έχει και σημαντικά πλεονεκτήματα. Τέτοια είναι τα εξής:

- Δίνουν ικανοποιητικά δεδομένα παρουσίας (Nagy et al. 2007, Rada 2017) και πιθανώς αφθονίας, τουλάχιστον των γεωβιόντων ειδών (Ingrisch & Köhler 1998, Schirmel et al. 2010, Sabu & Shiju 2010, Szinwelski et al. 2013).
- Προσφέρει χρήσιμη πληροφορία για τη σύσταση μιας κοινότητας, την σχετική αφθονία και την ετήσια δραστηριότητα (Ingrisch & Köhler 1998). Επιπλέον, ορισμένες εργασίες δείχνουν ότι αντιπροσωπεύουν καλύτερα των πλούτο ειδών της υπεροικογένειας Tettigonioidae μιας περιοχής σε σχέση με άλλες μεθόδους (Ingrisch & Köhler 1998).
- Είναι χρήσιμα για την εύρεση σπάνιων, δυσεύρετων ή δύσκολα συλλήψιμων ειδών, τα οποία είναι δύσκολο να εντοπιστούν με άλλες μεθόδους (Harvey & Gardiner 2006).
- Η μεγάλη διάρκεια της δειγματοληψίας επιτρέπει την σύλληψη ειδών που είναι ενεργά διαφορετικές ώρες της μέρας (Zaller et al. 2015).
- Η ανάλυση Ορθοπτέρων-παραπροϊόντων άλλων ερευνών με παγίδες παρεμβολής μπορούν να προσφέρουν κατάλληλα αποτελέσματα για την μελέτη των κοινωνιών τους (Ingrisch & Köhler 1998), ή ακόμα και σημαντικά αποτελέσματα όπως σπάνια και απειλούμενα είδη, νέα δεδομένα κατανομών και ειδών για μια περιοχή (Buchholz et al. 2011).

Μια σημαντική παρατήρηση είναι πως ο αριθμός ειδών που συλλαμβάνονται με τις παγίδες παρεμβολής μειώνεται σημαντικά με την αύξηση του ύψους και της πυκνότητας της βλάστησης (Schirmel et al. 2010). Έτσι, φαίνεται πως η ποιοτική και ποσοτική δειγματοληψία Ορθοπτέρων με παγίδες παρεμβολής είναι αντιπροσωπευτική μόνο σε βιοτόπους με αραιή, χαμηλή βλάστηση και μεγάλο ποσοστό γεωβιόντων και γεω-χορτοβιόντων ειδών (Nagy et al. 2007, Schirmel et al. 2010).

Η χρήση των παγίδων παρεμβολής, επομένως, είναι πολύ πιθανόν να συμπληρώσει τα δεδομένα των προηγούμενων χρόνων που είχαν συλλεχθεί με το χέρι, προσφέροντας μια πληρέστερη εικόνα της ορθοπτεροπανίδας της Κρήτης.



## 2. Υλικά-Μέθοδοι

Με σκοπό την απόκτηση μιας όσο το δυνατόν πληρέστερης εικόνας για την ορθοπτερική πανίδα της Κρήτης βασιστήκαμε σε δύο μεγάλες πηγές δεδομένων: τη βιβλιογραφία σχετική με τα Ορθόπτερα που έχει δημοσιευτεί μέχρι σήμερα για την Κρήτη, και την ταξινόμηση των δειγμάτων Ορθοπτέρων της συλλογής του ΜΦΙΚ. Οι δύο αυτές πηγές δεδομένων συνδυάστηκαν για αρκετές από τις αναλύσεις, ιδιαίτερα για την κατασκευή χαρτών κατανομής των ειδών και την αναζήτηση βιογεωγραφικών και οικολογικών προτύπων και ομοιοτήτων μεταξύ των περιοχών.

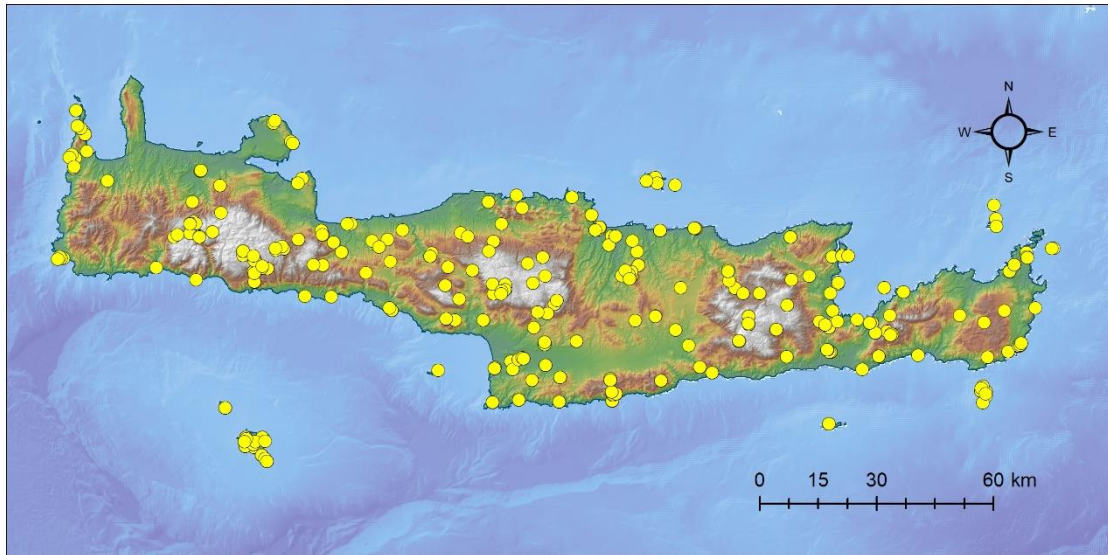
### 2.1 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε καλύπτει το διάστημα 1854-2019, και περιλαμβάνει σχεδόν όλες τις δημοσιευμένες αναφορές για Ορθόπτερα στην Κρήτη. Τα στοιχεία που σημειώνονταν για κάθε αναφορά ήταν τα εξής: το όνομα του τάξου όπως αυτό σημειωνόταν στην εργασία, η σημερινή έγκυρη ονομασία του, η ακριβής τοποθεσία και οι συντεταγμένες όπου βρέθηκε, το φύλο και ο αριθμός των ατόμων, το ενδιαίτημα, το υψόμετρο, η ημερομηνία συλλογής, ο συλλέκτης, και η βιβλιογραφική αναφορά όταν το δείγμα προερχόταν από παλαιότερη εργασία. Σημαντικότερες πηγές αποτέλεσαν οι εργασίες των Ramme (1927), Willemse & Kruseman (1976), Wittmann et al. (2018) αλλά και πλήθος άλλων εργασιών, οι οποίες φαίνονται στο Παράρτημα 3. Επιπλέον, συμπεριλήφθηκαν νέα δεδομένα κατανομής των Willemse & Tilmans για το γένος *Eupholidoptera* μετά από προσωπική επικοινωνία. Οι αναφορές συγκεντρώθηκαν σε μια βάση δεδομένων excel όπου δέχτηκαν την απαραίτητη επιμέλεια ώστε να είναι στατιστικά επεξεργάσιμες. Στις εργασίες όπου δεν δίνονταν συγκεκριμένες συντεταγμένες ή πληροφορίες για το υψόμετρο αυτές προστέθηκαν μεταγενέστερα με τη βοήθεια των προγραμμάτων Google Earth Pro και ArcGIS βάσει των τοποθεσιών που αναφέρονταν, ώστε να χρησιμοποιηθούν στις αναλύσεις. Επιπλέον για καθεμία ορίστηκε το UTM της τοποθεσίας, όπως αυτό δινόταν από τις βάσεις δεδομένων του ΜΦΙΚ και το ArcGIS.

### 2.2 Δειγματοληπτικές μέθοδοι κατά τη συλλογή των δειγμάτων του ΜΦΙΚ

Τα δείγματα που εξετάστηκαν στην παρούσα εργασία προέρχονται από τη συλλογή του ΜΦΙΚ, καλύπτουν ένα εύρος 30 ετών δειγματοληψιών (1987-2019) και περιλαμβάνουν όλα τα κυρίαρχα οικοσυστήματα της Κρήτης και αρκετές από τις δορυφορικές της νησίδες. Επικρατέστεροι βιότοποι είναι τα φρύγανα και τα μακί ποικίλων υψομέτρων, ενώ υπάρχουν και δείγματα από υποαλπικά οικοσυστήματα, παραποτάμιες περιοχές και άλλους υγροτόπους, αμμοθίνες, δάση και αστικές περιοχές.

Οι σταθμοί δειγματοληψίας από όπου συλλέχθηκαν τα δείγματα που αναγνωρίστηκαν φαίνονται στην Εικόνα 11.



Εικόνα 11 Θέσεις συλλογής των προσδιορισμένων δειγμάτων Ορθοπτέρων

### 2.2.1 Χρήση παγίδων παρεμβολής

Παραπάνω από το 90% των δειγμάτων έχει συλλεχθεί με τη μέθοδο της ένθεσης παγίδων παρεμβολής (pitfall traps, Barber 1931), οι οποίες τοποθετούνταν στο πλαίσιο ποικίλων ερευνητικών προγραμμάτων από το ΜΦΙΚ. Το υπόλοιπο (~10%) των δειγμάτων έχει συλλεχθεί με παγίδες ζύμωσης (fermenting traps) ή με συλλογή με το χέρι (hand picking), όπως περιγράφεται παρακάτω. Συνήθεις ερευνητικοί στόχοι των προγραμμάτων ήταν η περιγραφή της ποικιλότητας, φαινολογίας και βιογεωγραφίας ποικίλων εδαφόβιων ομάδων αρθροπόδων, όπως διάφορες οικογένειες κολεόπτρων, αραχιδιών και μυριάποδων. Τα περισσότερα δείγματα Ορθοπτέρων που έχουν συλλεχθεί, επομένως, αποτελούν παράπλευρες συλλήψεις των προγραμμάτων αυτών.

Η μεθοδολογία περιγράφεται αναλυτικά από τους Trichas et al. (2008) και Kaltsas et al. (2013). Κάθε σταθμός δειγματοληψίας ήταν ομοιογενής όσον αφορά το οικοσύστημα και στον καθένα τοποθετούνταν 15 παγίδες. Η στρατηγική της τοποθέτησής τους διέφερε ανά τα χρόνια, αλλά διατηρούσε μια ελάχιστη απόσταση μεταξύ των παγίδων 8 έως 10 μέτρα (Trichas et al. 2008, Kaltsas et al. 2013). Οι παγίδες ήταν πλαστικά ποτήρια διαμέτρου 9,5cm και ύψους 12cm, τα οποία τοποθετούνταν βαθιά μέσα στο έδαφος ώστε το χείλος τους να εφάπτεται με την επιφάνεια του εδάφους. Πάνω από τις παγίδες τοποθετούνταν μεγάλες πέτρες ώστε να ελαχιστοποιηθεί η ζημιά από τη βροχή και τα ζώα βοσκής. Οι παγίδες περιείχαν ως συντηρητικό μέσο αιθυλενογλυκόλη, που τα τελευταία 10 χρόνια αντικαταστάθηκε με προπυλενογλυκόλη (Trichas et al. 2008, Kaltsas et al. 2013).

Τα συντηρητικά αυτά μέσα επιλέχθηκαν επειδή είναι φτηνά και αποτελεσματικά. Λόγω της ιδιότητάς τους να μην εξατμίζονται εύκολα, είναι ιδανικά για το ξηρό και θερμό κλίμα της Κρήτης, ιδίως για δειγματοληψίες κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Χατζάκη 2003). Επιπλέον, συντηρούν καλά τις περισσότερες ομάδες ασπονδύλων, και επιτρέπουν την εξαγωγή γενετικού υλικού ικανοποιητικής ποιότητας (Szinwelski et al. 2012). Ωστόσο, έχουν ορισμένα μειονεκτήματα: δεν συντηρούν τον χρωματισμό των

Ορθοπτέρων και προκαλούν διαφορετική προσελκυστικότητα σε διάφορους οργανισμούς (Southwood 1966, Weeks Jr & McIntyre 1997, Χατζάκη 2003). Επιπλέον, οδηγούν στην σύλληψη μεγάλου αριθμού νυμφών Ορθοπτέρων, οι οποίες είναι δύσκολο να αναγνωριστούν (Szinwelski et al. 2013).

Οι σταθμοί ήταν ενεργοί καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου για κάθε πρόγραμμα, με εξαίρεση τα υψόμετρα μεγαλύτερα από 1500m εξαιτίας του χιονιού τους χειμερινούς μήνες. Οι παγίδες συλλέγονταν και επανατοποθετούνταν ανά 1-3 μήνες, όπως περιγράφεται από τους (Kaltsas & Simaiakis 2012).

### **2.2.2 Άλλες δειγματοληπτικές μέθοδοι**

Ορισμένα δείγματα της περιόδου 2018-2019 συλλέχθηκαν με παγίδες ζύμωσης (fermenting traps) στο πλαίσιο μιας μελέτης για τα σαπροξυλικά κολεόπτερα της Κρήτης (Μπολανάκης 2019). Οι παγίδες ζύμωσης είναι πλαστικά μπουκάλια νερού με μια τρύπα εισόδου για τα έντομα που περιέχουν ως συντηρητικό και προσελκυστικό μέσο ένα μείγμα από ζύδι, ζάχαρη, αλάτι, αλκοόλη, μαγιά, γλυκόλη και σάπια μπανάνα (Μπολανάκης 2019). Οι παγίδες κρεμιούνταν από τα κλαδιά δέντρων ή/και θάμνων ή τοποθετούνταν σε κουφάλες και συλλέγονταν επίσης ανά 1-3 μήνες.

Τέλος, ένα μικρό μέρος (1-2%) των δειγμάτων προέρχεται από σύλληψη με το χέρι.

## **2.3 Αποθήκευση και Αναγνώριση δειγμάτων ΜΦΙΚ**

### **2.3.1 Αποθήκευση δειγμάτων**

Μετά τη συλλογή τους από το πεδίο, τα δείγματα μεταφερόταν στο εργαστήριο αρθροπόδων του Μ.Φ.Ι.Κ., όπου τα ζώα καθαρίζονταν από τα άχρηστα υλικά, διαχωρίζονταν κατά τάξεις και φυλάσσονταν σε 75-100% αλκοόλη ανάλογα με το πρόγραμμα και την εκάστοτε τάξη όπου ανήκαν. Το υλικό από όλες τις παγίδες ανά σταθμό είναι τοποθετημένο σε κοινά βάζα, συνεπώς δεν υπάρχουν δεδομένα διαφοροποίησης των βιοκοινωνιών σε επίπεδο μικροενδιαιτήματος (Χατζάκη 2003). Τέλος, υπάρχει ένας μικρός αριθμός ξηρών (βαλσαμωμένων) δειγμάτων που είναι τοποθετημένα σε εντομολογικά κουτιά και ο οποίος μελετήθηκε μόνο ποιοτικά.

### **2.3.2 Ταξινόμηση δειγμάτων και προσδιορισμοί ειδών**

Τα δείγματα αναγνωρίστηκαν σε επίπεδο είδους (όπου ήταν δυνατόν) με τη βοήθεια στερεοσκοπίου Leica M125, Wetzlar.

Η αναγνώριση των ειδών Ορθοπτέρων βασίστηκε στην κλείδα που παρέχεται από τους Willemse et al. (2018) στο βιβλίο «The grasshoppers of Greece» και σε επιπλέον πηγές (κλείδες και περιγραφές ειδών) για τα τάξα *Eupholidoptera* spp. (Willemse & Heller 2001, Ciplak et al. 2009), *Mogoplistidae* (Krauss 1888, Harz 1976, Γοροχοβ 1984, Rebrina & Brigić 2017), *Poecilimon* spp. (Kaya et al. 2018), *Rhacocleis* spp. (Tilmans et al. 2016). Επιπλέον πηγές κυρίως για τις περιγραφές κάποιων ειδών (πχ *Oedipoda venusta*, *Orchamus raulinii*, *Gryllomorpha cretensis* κ.ά.) αποτέλεσαν και οι Ramme (1927), Werner (1903) και Willemse & Krusseman (1976).

Κατά την αναγνώριση των δειγμάτων σημειωνόταν το είδος, η ηλικία (ενήλικο-νύμφη), το φύλο (αρσενικό, θηλυκό, άγνωστο), η τοποθεσία και ο αριθμός ατόμων κάθε είδους ανά FC (=Field Code, η αριθμητική κωδικοποίηση των δειγμάτων στο ΜΦΙΚ, μοναδικός αύξων αριθμός κάθε δειγματοληπτικής προσπάθειας).

### 2.3.3 Ταξινομικές δυσκολίες και προκλήσεις

Ορισμένα τάξα παρουσίαζαν δυσκολίες στην ταξινόμησή τους. Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται τα ακόλουθα:

Τα τάξα της υπεροικογένειας Grylloidea, όπως τα *Gryllomorpha*, τα Mogoplistidae και το γένος *Onaliptila* δεν έχουν μελετηθεί πολύ εντατικά στην Κρήτη, με αποτέλεσμα να μην είναι γνωστός ο ακριβής αριθμός ειδών τους. Για την ακριβή αναγνώρισή τους απαιτούνται οι γνώσεις πεπειραμένου ειδικού και διαδικασίες εξαγωγής των αρσενικών γεννητικών οργάνων, οι οποίες δεν πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας. Επιπλέον, υπάρχει μια αμφιβολία στην βιβλιογραφία για το αν το τάξο *Gryllomorpha cretensis* αποτελεί ξεχωριστό είδος ή είναι υποείδος του *Gryllomorpha dalmatina* (Gorochoy 2009, Gorochoy & Ünal 2012). Για να διευκρινιστεί η συστηματική των τάξων αυτών είναι σημαντική η επικοινωνία με ειδικούς στις ομάδες αυτές, διαδικασία που θα λάβει χώρα στο εγγύς μέλλον.

Η συστηματική του γένους *Sphingonotus* (Acrididae) βρίσκεται υπό αναθεώρηση, καθώς υπάρχει μεγάλη επικάλυψη των διακριτικών χαρακτήρων που έχουν δοθεί για τα διάφορα είδη του (Willemse 1984, Willemse et al. 2018a).

Το γένος *Gryllotalpa* στην Ελλάδα αντιπροσωπεύεται από 2 αδελφά είδη: τα *G. stepposa* και το ελληνικό ενδημικό *G. krimbasi*. Τα είδη είναι μακροσκοπικά αδιάκριτα, και διαφέρει μονάχα ο αριθμός χρωμοσωμάτων τους: το *G. stepposa* έχει  $2n=14$ ,  $15$  ή  $16$  χρωμοσώματα και το *G. krimbasi*  $2n=19$  (Iorgu et al. 2016). Στην Κρήτη προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι συναντάται το είδος *G. stepposa* (Krimbas 1960, Iorgu et al. 2016, Alexiou et al. 2017a). Εδώ, με βάση αυτές τις πληροφορίες, τα δείγματα χαρακτηρίστηκαν ως *Gryllotalpa* cf. *stepposa* (χωρίς εκ νέου καρυστυπική ανάλυση).

Το γένος *Eupholidoptera*, για το οποίο θα γίνει αναλυτικότερη αναφορά στη συνέχεια, παρουσιάζει πολύ μεγάλο ενδιαφέρον λόγω του μεγάλου αριθμού ενδημικών ειδών που συναντώνται στο νησί. Ωστόσο, υπάρχουν κάποιες ταξινομικές προκλήσεις καθώς ορισμένοι χαρακτήρες παρουσιάζουν επικάλυψη και εμφανίζονται κάποιες ενδιάμεσες μορφές.

Σε ορισμένα είδη ακρίδων η διάκριση των ειδών βασίζεται στο χρώμα των οπίσθιων πτερύγων (πχ διάκριση μεταξύ *Oedipoda caerulescens* και *Oedipoda venusta*) και ποδιών (Willemse et al. 2018), τα οποία δεν έχουν συντηρηθεί στα δείγματα. Επομένως, για την αναγνώρισή τους χρησιμοποιήθηκαν χαρακτήρες που δεν είναι τόσο ακριβείς.

Το γένος *Calliptamus* spp. παρουσιάζει επίσης δυσκολίες. Ο βασικότερος τρόπος διαχωρισμού των ειδών *C. barbarus* και *C. italicus* (το έντονα μαυρισμένο εσωτερικό των οπίσθιων μηρών στον *C. barbarus* (Willemse et al. 2018)) δεν είναι πάντοτε

ασφαλής χαρακτήρας, και ο αρσενικός φαλλός που επίσης χρησιμοποιείται (Sofrane et al. 2015) δεν έδινε ξεκάθαρες απαντήσεις σε έναν μη ειδικό, ενώ σε πολλές περιπτώσεις βρίσκονταν μόνο θηλυκά άτομα του γένους. Το συγκεκριμένο γένος φαίνεται να έχει δημιουργήσει σύγχυση στην Κρήτη και στο παρελθόν, όπως αναφέρεται από τους Willemse & Kruseman (1976).

*Oecanthus pellucens/dulcisonans*: κύριος τρόπος διαχωρισμού των ειδών είναι το τραγούδι (Willemse et al. 2018), επομένως δε μπορούσε να γίνει ο ακριβής προσδιορισμός του.

*Acrometopa cretensis/servillea*: ο διαχωρισμός των δύο ειδών βασίζεται κυρίως στα αρσενικά γεννητικά όργανα. Καθώς τα δείγματα του γένους ήταν είτε ανώριμα είτε θηλυκά, η εξακρίβωση του είδους δεν ήταν δυνατή.

Για τάξα που παρουσιάζουν έντονη γεωγραφική εξάρτηση σύμφωνα με τους Willemse et al. 2018 χρησιμοποιήθηκε η γνωστή κατανομή των ειδών για την εξακρίβωση του είδους, και σε ορισμένες περιπτώσεις σημειώνονταν με cf. (πχ *Chorthippus biroi*, *Poecilimon* cf. *cretensis*, *Acrida turrita*, *Gryllotalpa* cf. *stepposa*, *Oedipoda* spp. κά).

Ορισμένα δείγματα αμφιβόλου ταξινομικής, τα οποία κατά κύριο λόγο αφαιρέθηκαν από τις αναλύσεις και χαίρουν περαιτέρω ταξινομικής μελέτης, παρατίθενται παρακάτω:

*Poecilimon* sp. – FC 339, 578: πιθανότατα ένα νέο είδος, ενδημικό της Γαύδου. Στις αναλύσεις χρησιμοποιήθηκε ως *Poecilimon* cf. *cretensis*.

*Ovaliptila* sp. – εμφανιζόταν αρκετά συχνά, στις αναλύσεις ομαδοποιήθηκε με την *O. lindbergi*: Τα άτομα αυτά διέθεταν ορισμένες μορφολογικές διαφορές από την γνωστή *O. lindbergi* (ύπαρξη υποτυπώδους φτερού στα θηλυκά, σκουρότερος χρωματισμός). Για περισσότερες λεπτομέρειες, βλ Ενότητες 3.1.2.3 και 3.3.1.1.2.

? *Paramogoplistes novaki*: Τα άτομα που χαρακτηρίστηκαν ως τέτοια παρουσίαζαν τα εξωτερικά μορφολογικά χαρακτηριστικά του είδους αυτού, όπως αυτά αναγράφονται από τους Krauss (1888), Harz (1976), Γοροχov (1984), Rebrina & Brigić (2017). Ωστόσο, υπήρχε αρκετά μεγάλη ενδοειδική ποικιλότητα ιδίως στο μήκος του ωοαποθέτη των θηλυκών. Επιπλέον, το είδος *Mogoplistes kinzelbachi*, ενδημικό της Καρπάθου, παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με το *P. novaki* (Harz 1976, Rebrina & Brigić 2017) και τα δείγματα που μελετήθηκαν. Ιδιαίτερα κάποια δείγματα (FC 960, FC1022) παρουσίασαν χαρακτήρες που ταίριαζαν περισσότερο με την περιγραφή του ενδημικού της Καρπάθου. Στις αναλύσεις αυτά συμπεριλήφθηκαν στο *P. novaki*, καθώς η ταξινομική τους κατάσταση ήταν αμφίβολη, αλλά δεν είναι απίθανο να αποτελούν διαφορετικό είδος.

*Eupholidoptera* cf. *pallipes* – FC 8452, 1829, 1831 (ξηρό δείγμα): Τα υγρά δείγματα που σημειώθηκαν ως τέτοια είναι ανήλικα σε κακή κατάσταση. Το δείγμα στο 1831 είναι ένα ενήλικο αρσενικό που διαθέτει χαρακτηριστικά της *E. gemellata*, παρόλο που βρίσκεται στα Λευκά Όρη.

? *Pteronemobius heydenii* – εμφανιζόταν αρκετά συχνά: Τα δείγματα που χαρακτηρίστηκαν ως τέτοια διαθέτουν ορισμένες μορφολογικές διαφορές από εκείνα

που είναι σαφώς πιο ξεκάθαρα. Απαιτείται η γνώση κάποιου ειδικού για τον προσδιορισμό τους. Στις αναλύσεις ομαδοποιήθηκαν με τα πιο εμφανή *Pteronemobius heydenii*.

## 2.4 Εξαπλώσεις ειδών και ορισμοί χωροτύπων

Για την μελέτη της ζωογεωγραφίας μιας ομάδας οργανισμών, πρέπει να είναι γνωστές οι γεωγραφικές εξαπλώσεις των μελετούμενων τάξων. Ένας τρόπος προσέγγισης των εξαπλώσεων αυτών που εξυπηρετεί στην κατηγοριοποίηση και την ανάδειξη προτύπων είναι η ανάλυση των χωροτύπων. Υπάρχουν διαφορετικοί τρόποι προσέγγισης και ορισμού των χωροτύπων. Συχνοί ορισμοί στη βιβλιογραφία, οι οποίοι προσεγγίζουν τους χωροτύπους σε οικολογικό επίπεδο, είναι οι εξής: σε ένα χωρότυπο ανήκει μια ομάδα ειδών που περιορίζονται σε μια συγκεκριμένη βιογεωγραφική περιοχή όπως αυτή ορίζεται από κλιματικά και φυτογεωγραφικά κριτήρια, ή ο χωρότυπος περιλαμβάνει ένα σύνολο ειδών με συγκεκριμένες οικολογικές προτιμήσεις σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή (Vigna Taglianti et al. 1999).

Στην παρούσα εργασία ακολουθείται, ωστόσο, μια βιογεωγραφική προσέγγιση της έννοιας του χωροτύπου. Έτσι, χρησιμοποιήθηκε η προσέγγιση των Vigna Taglianti et al. (1999), όπου η κατάταξη των ειδών σε χωροτύπους βασίζεται στην επαναλαμβανόμενη εμφάνιση συγκεκριμένων γεωγραφικών εξαπλώσεων σε πολλά τάξα. Πιο συγκεκριμένα, οι χωρότυποι είναι το αποτέλεσμα μιας κατηγοριοποίησης που βασίζεται στα πρότυπα εξάπλωσης που προκύπτουν απ' την συγκριτική ανάλυση των γεωγραφικών κατανομών πολλών διαφορετικών τάξων (ειδών, γενών, οικογενειών, κλπ.) (Vigna Taglianti et al. 1999).

Χρησιμοποιήθηκαν οι χωρότυποι που παρουσιάζονταν στους Vigna Taglianti et al. (1999), αλλά ορισμένοι τροποποιήθηκαν ελαφρά και προστέθηκαν ορισμένοι άλλοι, ώστε να εξυπηρετήσουν καλύτερα τους σκοπούς της εργασίας. Οι χωρότυποι τροποποιήθηκαν για τους εξής λόγους:

A) Για να αντιπροσωπευτούν ορισμένες ομάδες με εξαπλώσεις περιορισμένες στην ανατολική Μεσόγειο, τις οποίες δεν κάλυπτε η εργασία, η οποία εστιαζόταν σε μεγαλύτερες γεωγραφικές ενότητες. Τέτοιες περιπτώσεις αποτελούν οι χωρότυποι «Κρητικά Ενδημικά», «Αιγαϊκά Ενδημικά» και τα «Νοτιο-ανατολικο-ευρωπαϊκά». Τα τελευταία επιλέχθηκε να διαχωριστούν από τα είδη της «Ανατολικής Μεσογείου» που αναφέρονται στους Vigna Taglianti et al. (1999), καθώς εκείνα συναντώνται και στην Αφρική, σε αντίθεση με τα είδη που αναφέρονται στην παρούσα εργασία.

B) Για τον τονισμό κάποιων εξαπλώσεων που δεν συνέπεφταν με κανέναν στην εργασία, όπως τα «Λεβαντίνικα».

Γ) Οι χωρότυποι ομαδοποιήθηκαν και διαμορφώθηκαν ώστε να παραμείνουν 10 κατηγορίες, έτσι ώστε να είναι όσο γίνεται ακριβέστεροι αλλά και αρκετά λίγοι ώστε να αναλύονται εύκολα και να αναδεικνύουν πρότυπα. Έτσι, χωρότυποι όπως ο «Turano-Mediterranean» και «Centralasiatic-Mediterranean» ομαδοποιήθηκαν, όπως και τα είδη της παλαιαρκτικής με μεγαλύτερες εξαπλώσεις από αυτή (που χαρακτηρίστηκαν εδώ ως «Κοσμοπολίτικα»).

Δ) Όμοιοι με των Vigna Taglianti et al. (1999) έμειναν οι χωρότυποι: AFM, EUR, INM, MED.

Πέρα από την αρχική αυτή ομαδοποίηση, οι χωρότυποι χωρίστηκαν σε 3 κατηγορίες: ευρείας, μεσογειακής και περιορισμένης εξάπλωσης. Ως είδη μεσογειακής εξάπλωσης ορίστηκαν εκείνα με μεσογειακό χωρότυπο (είδη που περιορίζονται στις μεσογειακές χώρες, με επεκτάσεις μέχρι τον Καύκασο, το Ιράν και την Μακαρονησία), ως ευρείας εξάπλωσης κάθε είδος με χωρότυπο μεγαλύτερης εξάπλωσης από τον μεσογειακό και ως περιορισμένης τα είδη που η κατανομή τους είναι στενότερη απ' τη μεσογειακή. Σε αυτή την κατηγορία υπόκεινται και τα ενδημικά είδη. Στον Πίνακα 2 φαίνονται οι χωρότυποι που χρησιμοποιήθηκαν και η ευρύτερη κατηγορία στην οποία τοποθετήθηκαν.

Η κατάταξη των ειδών σε κάθε χωρότυπο βασίστηκε στην περιγραφή των εξαπλώσεών τους στην βάση δεδομένων της IUCN (IUCN 2019), στο βιβλίο των Willemse et al. (2018) και σε άλλες εργασίες (Dirsh & Uvarov 1953, Rácz 1998b, Ciplak et al. 2009, Hamadi et al. 2016, Dusoulier 2017, Rebrina & Brigić 2017, Parković & Jelinčić 2019).

Στη συνέχεια (Πίνακας 2) σημειώνονται οι ορισμοί του κάθε χωροτύπου, ο κωδικός με τον οποίο αναφέρονται στην εργασία, και η κατηγορία όπου ανήκει. Ο χωρότυπος όπου ανήκει το κάθε είδος φαίνεται στο Παράρτημα 1.

Πίνακας 2 Οι χωρότυποι των Κρητικών ειδών: κωδικός χωρότυπου, περιγραφή και κατηγορία στην οποία ανήκει. Οι περιγραφές βασίζονται στην εργασία των Vigna Taglianti et al. (1999) με ορισμένες παραλλαγές

Κωδικός	Πλήρης ονομασία	Περιγραφή	Κατηγορία Χωροτύπου
AEG	Αιγαϊκά ενδημικά	Είδη ενδημικά των Κυκλάδων, της Καρπάθου, των Αντικυθήρων, της Ικαρίας και της Κρήτης	Περιορισμένης εξάπλωσης (NAR)
AFM	Αφροτροπικο-μεσογειακά	Είδη εξαπλωμένα στην Αφρική, την Ινδία και τη ΝΑ Ασία (συμπεριλαμβανομένης της Ινδονησίας)	Ευρείας εξάπλωσης (WID)
COS	Κοσμοπολίτικα	Είδη της Παλαιαρκτικής (Ευρασία έως Βόρεια Αφρική και Ιαπωνία), της Ευρασίας, είδη που ανήκουν σε 3 ή παραπάνω ζωογεωγραφικές περιοχές (υποκοσμοπολίτικα) και είδη με παγκόσμια εξάπλωση	Ευρείας εξάπλωσης (WID)
CRET	Κρητικά ενδημικά	Είδη που συναντώνται μόνο στην Κρήτη και τις δορυφορικές της νησίδες (Δία, Γαύδος κτλ)	Περιορισμένης εξάπλωσης (NAR)
EUR	Ευρωπαϊκά	Είδη ευρέως εξαπλωμένα στην Ευρώπη	Ευρείας εξάπλωσης (WID)

INM	Ινδομεσογειακά	Είδη ευρέως εξαπλωμένα στην Ινδία και τη ΝΑ Ασία που βρίσκονται επίσης στη Μεσόγειο	Ευρείας εξάπλωσης (WID)
LEV	Λεβαντίνικα	Είδη εξαπλωμένα στην Αίγυπτο, τη Μέση Ανατολή και την Τουρκία μέχρι το Ιράν	Περιορισμένης εξάπλωσης (NAR)
MED	Μεσογειακά	Είδη που περιορίζονται στις μεσογειακές χώρες, με επεκτάσεις μέχρι τον Καύκασο, το Ιράν και την Μακαρονησία. Για να ανήκει σε αυτό τον χωρότυπο ένα είδος πρέπει να συναντάται τόσο στη Ν. Ευρώπη όσο και στη Β. Αφρική	Μεσογειακής εξάπλωσης (MEDI)
SEE	Νοτιο-ανατολικο-ευρωπαϊκά	Είδη της Νότιας και ΝΑ Ευρώπης (από Δυτική Ιταλία έως Βαλκάνια) και της Ανατολίας (Τουρκίας) μέχρι τον Καύκασο. Τα είδη αυτά δε συναντώνται στην Αφρική	Περιορισμένης εξάπλωσης (NAR)
TUM	Τουρανο-μεσογειακά	Είδη που συναντώνται σε όλη τη Μεσόγειο μέχρι το Ιράν, με προεκτάσεις στην Κεντρική Ευρώπη και την Κεντρική Ασία μέχρι τα Ιμαλάια	Ευρείας εξάπλωσης (WID)

## 2.5 Βιο-μορφές (Life forms) ειδών: κατηγοριοποίηση των κρητικών ειδών

Στην εργασία αναζητήθηκε το φάσμα των βιο-μορφών των ειδών της Κρήτης, τόσο στο σύνολο του νησιού όσο και σε σχέση με συγκεκριμένους γεωμορφολογικούς παράγοντες.

Στο Παράρτημα 1 φαίνεται η βιο-μορφή κάθε είδους (γεωβιόντα: g, θαμνοβιόντα: th, χορτοβιόντα: ch, γεω-χορτοβιόντα: g-ch, θαμνο-χορτοβιόντα: th-ch). Στον ίδιο πίνακα φαίνεται και η ικανότητα πτήσης κάθε είδους (είδος με ικανότητα πτήσης: good flier, είδος χωρίς ικανότητα πτήσης: bad flier). Η κατάταξη κάθε είδους βασίστηκε στην υπάρχουσα βιβλιογραφία όπου χρησιμοποιούνταν οι όροι αυτοί (Rácz 1998a, 1998b, Krištín et al. 2009, Stahi & Derjanschi 2011, Kenyeres & Cservenka 2014) και στις περιγραφές των ενδιατημάτων τους (Köhler & Friedrich 2013, Buzzetti et al. 2016, Hochkirch et al. 2016, Willemse et al. 2016, 2018a). Στις περιπτώσεις που δεν υπήρχε αντίστοιχη πληροφορία για ένα είδος η κατάταξη βασίστηκε σε παρόμοια μορφολογικά και συμπεριφορικά είδη του ίδιου γένους.

Η ικανότητα πτήσης των ειδών χαρακτηρίστηκε σύμφωνα με τους Tanaka (1993), Farris & Hoy (2000), Hochkirch et al. (2000), Lorenz (2007), Willemse et al. (2018a). Τα είδη που εμφανίζουν διμορφισμό στα φτερά τους (διαθέτουν τόσο μακρόπτερους όσο και κοντόπτερους αντιπροσώπους) θεωρήθηκαν είδη με ικανότητα πτήσης. Τέτοια είναι τα ακόλουθα είδη της υπεροικογένειας Grylloidea: *Acheta domesticus*,



*Eumodicogryllus bordigalensis*, *Gryllus bimaculatus*, *Pteronemobius heydenii*, *Trigonidium cicindeloides*.

## 2.6 Κατηγορίες κινδύνου των ειδών

Η κατηγορία κινδύνου όπου ανήκει το κάθε είδος στην Ευρώπη βρέθηκε από την επίσημη ιστοσελίδα της IUCN (IUCN 2019), και παρουσιάζεται στο Παράρτημα 1. Βάσει αυτού δημιουργήθηκε πίτα που απεικονίζει την ορθοπτεροπανίδα της Κρήτης.

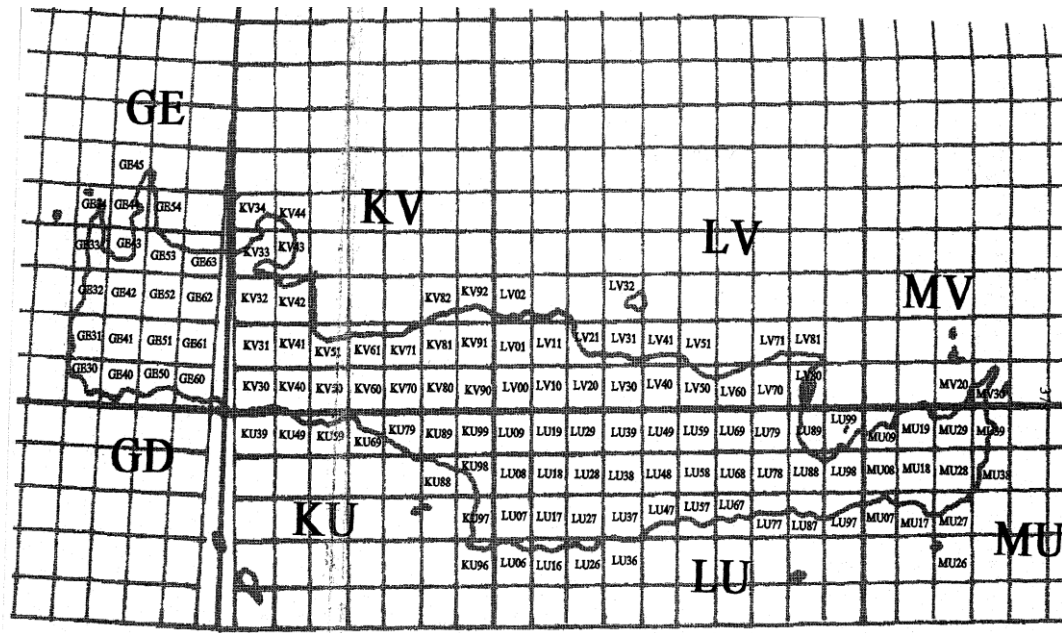
## 2.7 Μελέτη της κατανομής των ειδών εντός της Κρήτης

Με εξαίρεση την ανάλυση ANOSIM που πραγματοποιήθηκε και βασίστηκε μόνο στα δεδομένα από τα δείγματα του ΜΦΙΚ (βλ Ενότητα 2.8.3), τα δεδομένα των βιβλιογραφικών αναφορών και των δειγμάτων του ΜΦΙΚ ομαδοποιήθηκαν σε ένα μοναδικό σετ δεδομένων το οποίο χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις αναλύσεις που ακολουθούν.

### 2.7.1 Χρήση του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών UTM

Με σκοπό τον εντοπισμό χωρικών προτύπων, το σύνολο των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν (βιβλιογραφικά και δείγματα του ΜΦΙΚ) τοποθετήθηκαν σε χάρτες με βάση το γεωγραφικό σύστημα UTM. Το σύστημα αυτό δημιουργεί στην Κρήτη ένα πλέγμα 10x10km (Εικόνα 12). Τα γειτονικά UTMs στη συνέχεια ομαδοποιήθηκαν βάσει των κοινών χαρακτηριστικών τους (πχ όλα τα UTMs του Ψηλορείτη, των Λευκών Ορέων, των πεδινών εκτάσεων του Ρεθύμνου και του Ηρακλείου, της Δίκτης κτλ) ώστε να αρχίσουν να αναδεικνύονται διάφορα πρότυπα. Στον Πίνακα 3 φαίνονται οι ομαδοποιήσεις των UTM, οι οποίες στο εξής θα χαρακτηρίζονται ως «γεωγραφικές ενότητες».

Η αντιστοίχιση των συντεταγμένων και των τοποθεσιών σε τετράγωνα UTM τόσο για τη βιβλιογραφική αποδελτίωση όσο και για τα δείγματα του ΜΦΙΚ βασίστηκε στις βάσεις δεδομένων του ΜΦΙΚ.



Εικόνα 12 Τα τετράγωνα UTM της Κρήτης. Πηγή χάρτη: (Τριχάς 1996)

Πίνακας 3 Οι γεωγραφικές ενότητες στις οποίες χωρίστηκε η Κρήτη. Σημειώνονται τα UTM που ανήκουν σε κάθε ενότητα

Κωδική ονομασία	Πλήρης ονομασία	UTMs που περιλαμβάνονται
AKROT	Ακρωτήρι Χανίων	KV44, KV43, KV34
ASTER	Αστερούσια	LU26, LU27, LU07, LU06, LU16, LU17, LU37, LU47
CHRYSI	Νήσος Χρυσή και γύρω νησιά	LU86
WES-CENT	Κεντροδυτική Κρήτη (πεδινά του νομού Ρεθύμνης)	KU69, KV51, KV91, KV80, LV01, KV71, KV81, KV60, KV61, LV02, KV92, KV82, KV70, KU39, KU49, KU59
DIA	Νήσος Δία	LV32, LV42
DIKTI	Όρος Δίκτη	LU59, LU79, LU68, LU78, LU58, LU69
DION	Νήσοι Διονυσάδες	MV21, MV20
E-LAS	Ανατολικό Λασιθί (Πεδινές περιοχές Ανατολικού και Νότιου νομού Λασιθίου μέχρι τον Κουτσουρά)	MU27, MU07, MV30, MU38, MU37, MU39, MU30, MU17
GAVD	Νήσοι Γαύδος και Γαυδοπούλα	KU35, KU36, KU26
GRAM	Γραμβούσα Χανίων	GE33, GE34
HERAK	Πεδινά νομού Ηρακλείου	KU96, LV30, KU98, KU88, LU08, LU18, KU97, LU39, LU49, LU38, LU48, LV21, LV41, LV12, LV31, LV20, LV40, LV11, LV50, LU29

<b>IS-LAS</b>	Νησιά του Β. νομού Λασιθίου (Ψείρα κ.ά.)	LU99
<b>KEDR</b>	Όρος Κέδρος	KU89
<b>KOUFO</b>	Νησιά Κουφονήσια	MU26
<b>LEFKA</b>	Λευκά Όρη	GE61, KV50, KV30, KV40, KV41, GE60, GE71
<b>THRYP</b>	Όρος Θρυπή (Ορεινά του ανατολικού νομού Λασιθίου)	LU98, LU97, MU18, MU28, MU19, MU08, MU29
<b>N-LAS</b>	Βόρειο Λασιθί (Πεδινά του νομού βορειοδυτικά της παραλίας Παχιά Άμμος)	MU29, LU88, LV80, LU89, LV70, MU09, LU98, LV60, MU19
<b>PAXIM</b>	Νήσοι Παξιμάδια	KU87
<b>PSIL</b>	Όρος Ψηλορείτης	LU09, LU19, KU99, KV90, LV00, LV10
<b>RODP</b>	Χερσόνησος Ροδωπού Χανίων	GE54, GE44, GE45
<b>S-LAS</b>	Νότιο Λασιθί (Πεδινές περιοχές δυτικά της Ιεράπετρας και νότια της Δίκτης)	LU87, LU77, LU57
<b>WES-CHAN</b>	Πεδινά νομού Χανίων	GE62, GE30, GE50, GE42, KV42, GE72, GE51, GE32, GE60, GE63, KV41, GE40, KV32, KV23, GE43, GE53, GE73, GE52, KV52, GE31, GE41

### 2.7.2 Χάρτες κατανομών

Κατασκευάστηκαν χάρτες κατανομής για όλα τα είδη που συναντώνται στην Κρήτη με τη βοήθεια του προγράμματος ArcGIS Pro 2.5. Για κάθε είδος δημιουργήθηκαν δύο χάρτες, οι οποίοι περιλαμβάνουν πληροφορίες και από τα δύο σετ δεδομένων (ΜΦΙΚ και βιβλιογραφικά). Ο ένας χάρτης δείχνει την κατανομή των ειδών με βάση τα ακριβή στίγματα των θέσεων εύρεσης των δειγμάτων, ενώ ο δεύτερος δηλώνει την παρουσία του είδους στο κάθε UTM. Ως υποστρώματα για τον χάρτη χρησιμοποιήθηκαν ο γεωγραφικός χάρτης της Ελλάδας και το πλέγμα των ελληνικών UTM. Στα αποτελέσματα παρουσιάζονται μόνο οι χάρτες κατανομής με βάση τα ακριβή στίγματα ορισμένων χαρακτηριστικών και ενδημικών ειδών. Στο Παράρτημα 2 παρατίθεται ένας χάρτης με σημειωμένους τους 6 ορεινούς όγκους της Κρήτης.

## 2.8 Στατιστικές αναλύσεις

Οι στατιστικές αναλύσεις του συνόλου των δεδομένων πραγματοποιήθηκαν στο πρόγραμμα Past 3.26b (Hammer et al. 2001). Για τις αναλύσεις επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν μόνο τα δεδομένα παρουσίας-απουσίας των ειδών (με εξαίρεση την περίπτωση που περιγράφεται στην Ενότητα 2.8.1). Τα δεδομένα αφθονίας δεν μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν με αξιοπιστία για τρεις βασικούς λόγους: την στατιστική υπεροχή των παγίδων παρεμβολής υπέρ των γεωβιόντων ειδών, την έλλειψη ενός καθολικού και επαναλήψιμου πειραματικού σχεδιασμού των δειγματοληψιών (τόσο των δειγμάτων του ΜΦΙΚ όσο και των βιβλιογραφικών αναφορών) και την τεράστια απόκλιση των αφθονιών των περισσότερων δειγμάτων από δειγματοληπτική προσπάθεια σε προσπάθεια (πολλά είδη μπορεί να είχαν μόλις ένα άτομο σε μια προσπάθεια ενώ ακόμη και χιλιάδες σε μια άλλη, συχνά σε κοντινή ή και στην ίδια γεωγραφική θέση, ενώ σημαντικό ρόλο μπορεί να διαδραμάτισε και η εποχικότητα).

Επιπλέον, πολλές στατιστικές αναλύσεις που απαιτούν πολλαπλά αντίγραφα σε κάθε δειγματοληψία ώστε να υπάρχει επαναληψιμότητά τους (πχ ANOVA) δεν ήταν δυνατό να πραγματοποιηθούν. Αυτό οφείλεται στη φύση των δεδομένων (παράγωγα άλλων εργασιών σε διαφορετικούς οργανισμούς με διαφορετικά πρωτόκολλα και στόχους, διαφορετικές χρονικές περίοδοι εντός του έτους ή σε διαφορετικά έτη), η οποία δεν προσέδιδε επαναληψιμότητα στις δειγματοληψίες.

### 2.8.1 Χρήση ποσοτικών δεδομένων

Τα ποσοτικά δεδομένα που έδωσαν τα δείγματα του ΜΦΙΚ χρησιμοποιήθηκαν με σκοπό την απεικόνιση της επίδρασης του τρόπου δειγματοληψίας στην μελέτη των Ορθοπτέρων στις Ενότητες 3.2.1 και 3.2.2. Οι παγίδες παρεμβολής δίνουν δεδομένα για την δραστηριότητα-κινητικότητα των οργανισμών, αλλά όχι ακριβείς μετρήσεις της αφθονίας και πληθυσμιακής τους πυκνότητας (Southwood 1966, Schirmel et al. 2010, Szinwelski et al. 2013). Τα δεδομένα αυτά χαρακτηρίζονται στην συνέχεια ως «δεδομένα αφθονίας» για λόγους συντομίας.

### 2.8.2 Συγκρίσεις και ομοιότητες μεταξύ περιοχών

Στην προσπάθειά μας να ανιχνεύσουμε συνάφειες μεταξύ γεωγραφικά διαφορετικών ορεινών όγκων, πεδινών περιοχών, υψομέτρων ή τυχών διαφοροποιήσεων στους άξονες ανατολής-δύσης και βορρά-νότου πραγματοποιήσαμε μια ποικιλία αναλύσεων ομαδοποίησης. Αυτές περιελάμβαναν ομαδοποιήσεις των τετραγώνων UTM, των γεωγραφικών ενοτήτων που κατασκευάστηκαν με τη βοήθειά τους και των ορεινών όγκων αποκλειστικά. Οι αναλύσεις αυτές βασίστηκαν σε δεδομένα παρουσίας των ειδών και πραγματοποιήθηκαν στο Past 3.26b για το σύνολο των δεδομένων μας (βιβλιογραφικές αναφορές και δείγματα του ΜΦΙΚ).

Τα πρότυπα που προέκυψαν έδειξαν ένα ασαφές γεωγραφικό πρότυπο το οποίο καθοδηγούνταν από τους έξι ορεινούς όγκους της Κρήτης (Λευκά Όρη, Κέδρο, Ψηλορείτη, Δίκτη, Αστερούσια και Θρυπτή). Τα πεδινά και παραλιακά μέρη του

νησιού δεν διαφοροποιούνταν σημαντικά μεταξύ τους, επομένως οι αναλύσεις για τα βιογεωγραφικά πρότυπα των Ορθοπτέρων βασίστηκαν στους ορεινούς αυτούς όγκους. Οι ορεινοί όγκοι σημειώνονται στην Εικόνα 56 του Παραρτήματος 2.

Ως δείκτες ομοιότητας χρησιμοποιήθηκαν οι Jaccard και Raup-Crick (Raup & Crick 1979). Ο τελευταίος φαίνεται πως είναι ιδανικός για τον υπολογισμό της β-ποικιλότητας για δεδομένα που βασίζονται σε παρουσία-απουσία ειδών (Raup & Crick 1979, Kraft et al. 2011, Anderson et al. 2011, Pos et al. 2014). Ο δείκτης Raup-Crick, είναι ένας πιθανολογικός μη παραμετρικός δείκτης ο οποίος λειτουργεί ως εξής: θεωρεί πως η α-ποικιλότητα του καθενός από τους δύο σταθμούς αποτελεί μια δεξαμενή. Από αυτές επιλέγει τυχαία είδη, και υπολογίζει την πιθανότητα να επιλέξει το ίδιο είδος (Raup & Crick 1979, Vellend et al. 2007, Pos et al. 2014). Με αυτό τον τρόπο, η πιθανότητα να επιλεγεί ένα είδος βασίζεται στη συχνότητά του, και η παρουσία σπάνιων ειδών σε δύο σταθμούς ενισχύει την ομοιότητα μεταξύ τους (Raup & Crick 1979, Vellend et al. 2007, Pos et al. 2014). Έτσι, τονίζει την ομοιότητα των ομάδων που μοιράζονται σπάνια είδη και μειώνει την επίδραση των κοινών τάξων (Raup & Crick 1979), γεγονός που τον καθιστά ιδιαίτερα κατάλληλο για τα δεδομένα της παρούσας εργασίας, όπου τα βιογεωγραφικά πρότυπα γίνονται εμφανέστερα σε ορισμένα σπάνια είδη. Επιπλέον, εξαλείφει την εξάρτηση της β-ποικιλότητας από την α-ποικιλότητα (Anderson et al. 2011). Τιμές κοντά στο 0 δηλώνουν πως δύο περιοχές είναι όμοιες μεταξύ τους, ενώ τιμές κοντά στο 1 δηλώνουν πως οι περιοχές δεν έχουν σχεδόν κανένα κοινό είδος (Chase et al. 2011, Pos et al. 2014).

Με βάση αυτούς τους δείκτες πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις ομαδοποίησης, οι οποίες οδήγησαν στην κατασκευή δενδρογραμμάτων. Οι αναλύσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν με την κλασική (Classical) μέθοδο, αλγόριθμο τον UPGMA και bootstrap=1000. Η τιμή bootstrap πάνω από την οποία η ισχύς ενός κλάδου θεωρήθηκε στατιστικά σημαντική είναι το 50. Ο βαθμός πιστότητας των δενδρογραμμάτων δηλώνεται από τις τιμές του συνφαινετικού συντελεστή συσχέτισης (cophenetic correlation coefficient ή cc), ο οποίος αναγράφεται στη λεζάντα του κάθε διαγράμματος. Η αύξηση της τιμής cc δηλώνει πως το δενδρόγραμμα παρουσιάζει πιστότερα την πραγματικότητα.

### 2.8.3 Επίδραση υψόμετρου στην πανίδα

Με τη βοήθεια του ArcGIS βρέθηκε το υψόμετρο της κάθε θέσης εύρεσης των δειγμάτων και για τα δύο σετ δεδομένων. Τα υψόμετρα ομαδοποιήθηκαν σε 6 υψομετρικές ζώνες πλάτους περίπου 300m η καθεμία, με κεντρικό σημείο αναφοράς το δασοόριο της Κρήτης:

- 0-249m
- 250-599m
- 600-899m
- 900-1249m
- 1250-1599m (υποαλπική ζώνη κάτωθεν του δασοορίου (Huggett 1995, Λυμπεράκης 2003))
- 1600-2500m (αλπική ζώνη άνω του δασοορίου, όπως αυτή ορίζεται για την Κρήτη από τους Huggett (1995) και Λυμπεράκη (2003))

Για την αναγνώριση διαφόρων τάσεων και συσχετίσεων κατά μήκος του υψόμετρου κατασκευάστηκαν ραβδογράμματα στο excel, με τις υψομετρικές ζώνες στον άξονα των χ και την εκάστοτε μεταβλητή (χωρότυπος, βιοτική μορφή, κατηγορία χωροτύπου, ικανότητα πτήσης, αριθμός ειδών) στον άξονα ψ. Σε αυτά χαραχτηκε η αρμόζουσα κάθε φορά γραμμή τάσης και υπολογίστηκε ο συντελεστής προσδιορισμού ( $R^2$ ). Ως όρια για να θεωρηθεί μια σχέση στατιστικά σημαντική βάσει του συντελεστή προσδιορισμού ορίστηκαν τα εξής: <0.2 απουσία συσχέτισης, 0.2-0.6 ύπαρξη μέτριας συσχέτισης, >0.6 ύπαρξη σημαντικής συσχέτισης (Chin 1998). Για  $R^2=1$  τα δεδομένα ταυτίζονται με τη γραμμή τάσης τους (Chin 1998).

Με τη βοήθεια μια ανάλυσης ομαδοποίησης (Cluster analysis) κατασκευάστηκε ένα δενδόγραμμα (κλαστική (Classical) μέθοδος, αλγόριθμος: UPGMA, δείκτης ομοιότητας: Raup-Crick) ώστε να φανούν οι υψομετρικές ζώνες με τις μεγαλύτερες πανιδικές ομοιότητες.

Επιπλέον, αναζητήθηκε ο βαθμός ανομοιότητας (dissimilarity) ως προς τη σύσταση των ειδών σε κάθε υψομετρική ζώνη, η οποία βασίστηκε σε δεδομένα παρουσίας-απουσίας. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν ως σταθμοί (replicates-δειγματοληπτικές προσπάθειες) οι κωδικοί FC του μουσείου, συνεπώς χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα δεδομένα του ΜΦΙΚ. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε η στατιστική ανάλυση one-way ANOSIM (Clarke 1993) με χρήση του δείκτη ομοιότητας Raup-Crick (Raup & Crick 1979), και Permutation N=9999 στο Past 326b. Το επίπεδο σημαντικότητας (p-value) ορίστηκε ως 0.05. Η one-way ANOSIM είναι ένας μη-παραμετρικός έλεγχος που ελέγχει αν η διαφορά μεταξύ 2 ή περισσότερων ομάδων (στην περίπτωσή μας υψομετρικών ζωνών) είναι στατιστικά σημαντική (Clarke 1993). Βασίζεται σε κάποιο μέτρο απόστασης (δείκτη ομοιότητας) που επιλέγει ο ερευνητής και χρησιμοποιείται για τη σύγκριση ομάδων δεδομένων. Στην περίπτωσή μας, η μηδενική υπόθεση είναι ότι η διαφορά ανάμεσα στη σύσταση των ειδών του κάθε FC (δειγματοληπτική προσπάθεια) εντός μιας υψομετρικής ζώνης είναι ίση ή μεγαλύτερη από την διαφορά στη σύσταση με τα FC μιας δεύτερης ζώνης. Η εναλλακτική υπόθεση είναι πως οι διαφορές στη σύσταση μεταξύ των διαφορετικών

υψομετρικών ζωνών είναι μεγαλύτερες από ότι εντός της ίδιας ζώνης. Το στατιστικό της ANOSIM(R) δίνεται από τον τύπο:

$$R = (r_b - r_w) / N(N-1) / 4$$

όπου  $r_b$  = μέσος όρος των ομοιοτήτων των δειγματοληπτικών προσπαθειών που ανήκουν σε διαφορετικές ομάδες,  $r_w$  = μέσος όρος των ομοιοτήτων των δειγματοληπτικών προσπαθειών που ανήκουν στην ίδια ομάδα και  $N$ =αριθμός δειγμάτων. Το  $R$  παίρνει τιμές από -1 έως 1. Θετικές τιμές δείχνουν μεγαλύτερη ομοιότητα εντός των ομάδων απ' ότι μεταξύ τους, τιμές κοντά στο μηδέν δείχνουν πως δεν υπάρχει διαφοροποίηση στη σύσταση των δειγματοληπτικών προσπαθειών εντός και μεταξύ των ομάδων. Οι αρνητικές τιμές δείχνουν πως οι ομοιότητες των δειγματοληπτικών προσπαθειών εντός μιας ομάδας είναι μικρότερες απ' ότι οι ομοιότητές τους με εκείνα μιας άλλης ομάδας, και είναι πιθανό οι δειγματοληπτικές προσπάθειες να μην έχουν χωριστεί σωστά σε ομάδες (Clarke 1993).

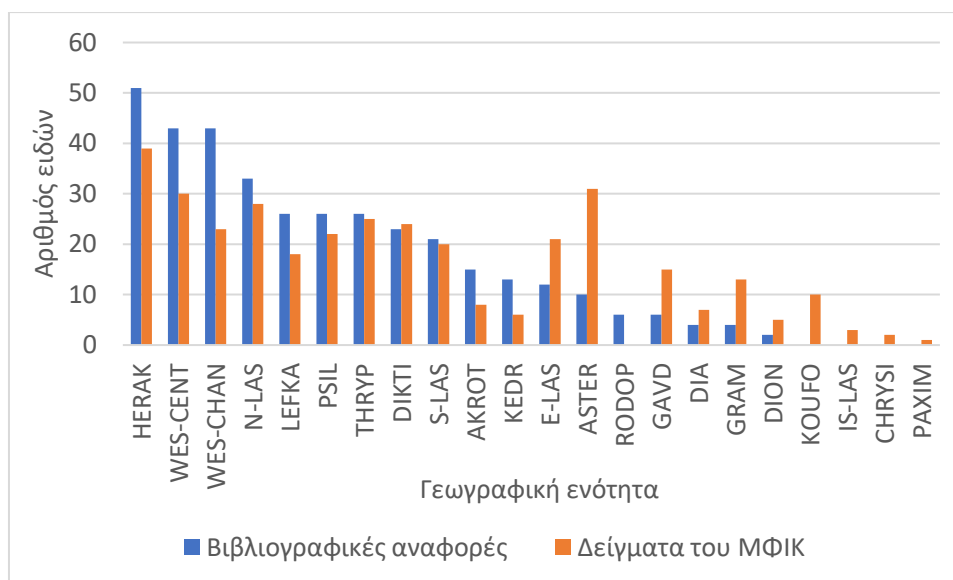
Τέλος, για τον ακριβή εντοπισμό των υψομετρικών ζωνών που παρουσίαζαν τις στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις στη σύσταση των ειδών τους χρησιμοποιήθηκε post-hoc έλεγχος με Pairwise ANOSIMs.

### 3. Αποτελέσματα

#### 3.1 Αποτελέσματα βιβλιογραφικής αποδελτίωσης

Η βιβλιογραφική αποδελτίωση όλων των μελετών για τα κρητικά Ορθόπτερα από το 1854 έως σήμερα, περιλάμβανε περίπου 68 πηγές στις οποίες περιέχονταν στοιχεία συλλογής για τουλάχιστον ένα είδος. Επιπλέον εργασίες που ανέφεραν δείγματα τα οποία συμπεριλαμβάνονταν σε αυτές τις εργασίες χωρίς να προσθέτουν κάποιο νέο στοιχείο δεν περιλαμβάνονται σε αυτή τη λίστα. Οι πηγές αναφέρονται αναλυτικά στο Παράρτημα 3. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση έδωσε έναν τελικό αριθμό από 73 τάξα για την Κρήτη, καθώς και ορισμένα (*Orchamus yersini*, *Modicogryllus truncatus*, *Paranocarodes fieberi*) των οποίων η παρουσία χρειάζεται επιβεβαίωση και έχουν αφαιρεθεί από τις πιο πρόσφατες λίστες. Τα είδη αυτά αφαιρέθηκαν από τις αναλύσεις και τις λίστες της παρούσας εργασίας. Η λίστα των ειδών είναι εκείνη που παρουσιάζεται στο Παράρτημα 1.

Οι περισσότερες βιβλιογραφικές αναφορές είναι από τον νομό Ηρακλείου, στα πεδινά του οποίου σημειώθηκε και ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών (51 από τα 73 είδη). Ακολουθούν τα πεδινά του νομού Χανίων, Ρεθύμνης και του βόρειου Λασιθίου. Τα λιγότερα είδη έχουν βρεθεί στα δορυφορικά νησιά και τις χερσονήσους. Στο Διάγραμμα 1 φαίνεται ο αριθμός των ειδών σε κάθε γεωγραφική ενότητα (βλ Ενότητα 2.4 για επεξήγηση του όρου) που αναφέρονται στη βιβλιογραφία. Σε περιοχές όπως τα Αστερούσια και το Ανατολικό και Νότιο Λασιθί δεν έχει γίνει μεγάλη δειγματοληπτική προσπάθεια, όπως φαίνεται και στις Εικόνες 6 και 7.



Διάγραμμα 1 Αριθμός ειδών σε κάθε γεωγραφική ενότητα όπως αυτά αναφέρονται στη βιβλιογραφία (βλ Ενότητα 2.4 για επεξήγηση κωδικών). Με μπλε σημειώνεται ο αριθμός ειδών που έχει αναφερθεί βιβλιογραφικά και με κόκκινο ο αριθμός των ειδών που εντοπίστηκαν στα δείγματα του ΜΦΙΚ



## 3.2 Αποτελέσματα της ταξινόμησης των δειγμάτων του ΜΦΙΚ

### 3.2.1 Αριθμός ειδών ανά γεωγραφική ενότητα

Η πλειονότητα των δειγματοληψιών του ΜΦΙΚ έχουν πραγματοποιηθεί επίσης στο νομό Ηρακλείου, στα πεδινά του οποίου βρέθηκαν επίσης τα περισσότερα είδη (39 από τα 66 τάξα) (Διάγραμμα 1). Δεύτερα σε αριθμό ειδών έρχονται τα Αστερούσια με 31 είδη, από τα οποία βιβλιογραφικά ήταν γνωστά μόλις 10 είδη. Τα νησιά και οι χερσόνησοι και πάλι διαθέτουν τους μικρότερους αριθμούς ειδών. Ο αριθμός ειδών της Γαύδου, ωστόσο, αυξήθηκε εντυπωσιακά σε σχέση με τη βιβλιογραφία, από 6 σε 15 είδη.

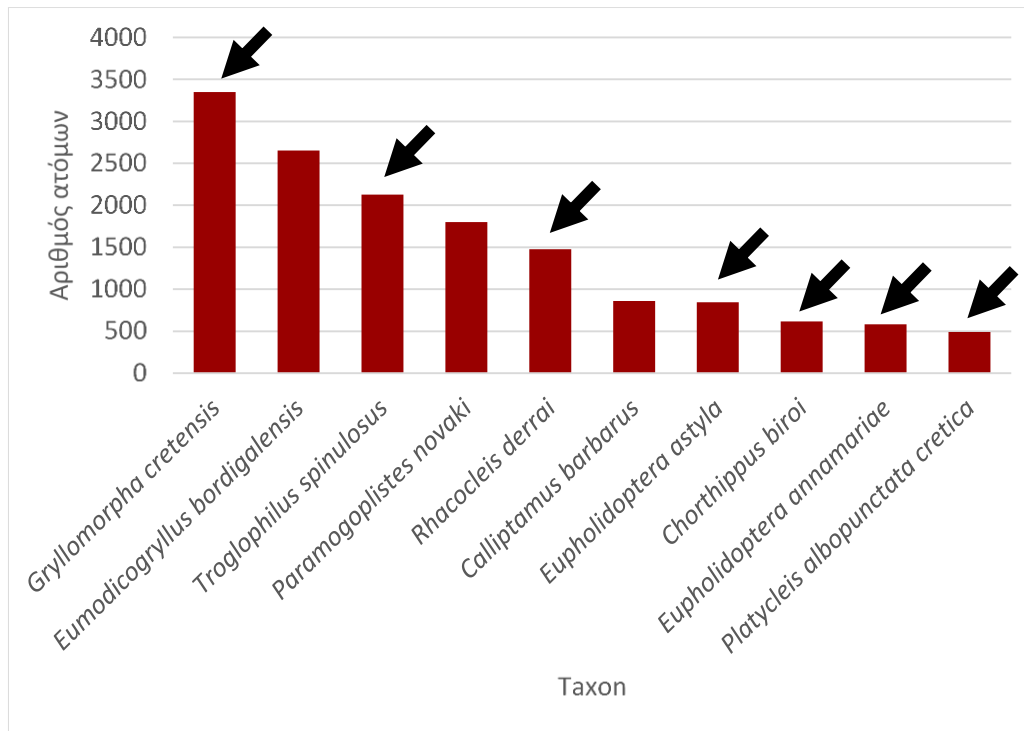
### 3.2.2 Γενικά ευρήματα

Συνολικά εξετάστηκαν τα Ορθόπτερα που προέρχονταν από 771 FC (δειγματοληπτικές προσπάθειες) από την συλλογή του ΜΦΙΚ, τα οποία κατανέμονται κατά προσέγγιση σε 312 διαφορετικές τοποθεσίες στην Κρήτη και τις δορυφορικές της νησίδες. Σε αυτά βρέθηκαν και ταξινομήθηκαν 19.741 άτομα, τα οποία ανήκαν σε 66 τάξα, 65 από τα οποία έχουν αναγνωριστεί σε επίπεδο είδους. Από αυτά περίπου το 39.3% (7.749 άτομα) ήταν νύμφες, ο ακριβής προσδιορισμός των οποίων είναι δύσκολος και συχνά δεν ήταν εφικτός. Έτσι, ένα μεγάλο μέρος τους έχει αφαιρεθεί από τις αναλύσεις.

Αφθονότερο είδος όσον αφορά τον συνολικό αριθμό ατόμων του ήταν το κρητικό ενδημικό *Gryllomorpha cretensis* με 3.350 άτομα και δεύτερο το *Eumodicogryllus bordigalensis* με 2.651 άτομα. Στον Πίνακα 4 φαίνεται αναλυτικά ο αριθμός των ατόμων κάθε τάξου.

Το 80% των ατόμων που αναγνωρίστηκαν κατανέμεται σε 10 τάξα, τα οποία φαίνονται στο Διάγραμμα 2. Το άλλο 20% συνιστά τα υπόλοιπα 56 τάξα. Μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση είναι πως 7 από τα 10 αυτά τάξα είναι ενδημικά του νησιού και σημειώνονται στο Διάγραμμα 2 με ένα βέλος.

Κάποια είδη διέθεταν τεράστιους αριθμούς ατόμων σε συγκεκριμένες δειγματοληπτικές θέσεις, μαρτυρώντας πιθανόν μια τάση να δημιουργούν συγκεντρώσεις. Ιδιαίτερες τέτοιες περιπτώσεις αποτέλεσαν τα είδη *Eumodicogryllus bordigalensis* (1.501 άτομα στο FC17544) και το ενδημικό *Rhacocleis derrai* (811 άτομα στο FC17247).

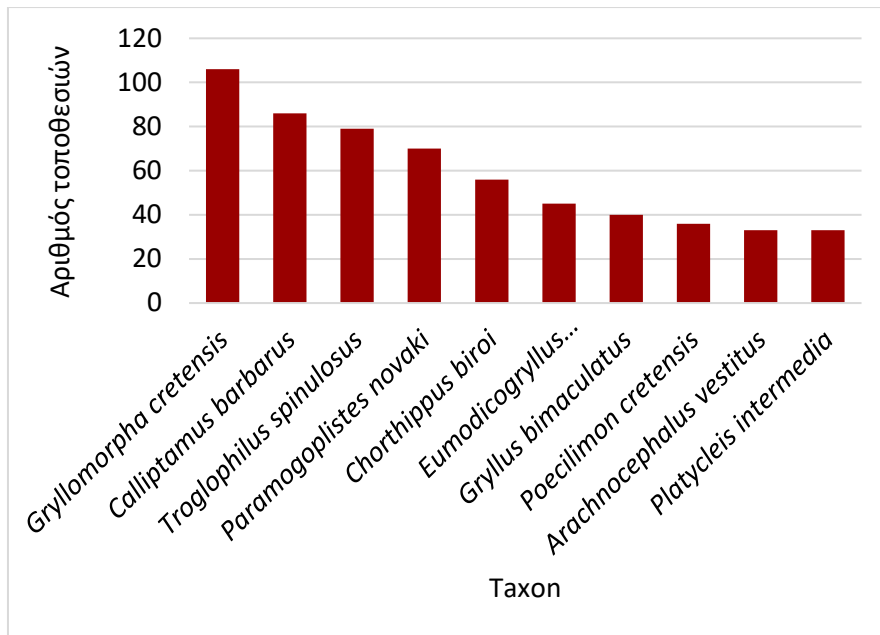


Διάγραμμα 2 Αριθμός ατόμων των 10 αφθονότερων τάξεων. Με βέλος σημειώνονται τα κρητικά και αιγαιϊκά ενδημικά τάξα

Για την εύρεση των κοινότερων ειδών στο νησί χρησιμοποιήθηκε ως δείκτης ο αριθμός των τοποθεσιών όπου καταγράφηκε τουλάχιστον ένα άτομο του τάξου, ο οποίος φαίνεται στον Πίνακα 4. Στο Διάγραμμα 3 φαίνονται τα δέκα κοινότερα τάξα στην Κρήτη. Κοινότερο είδος είναι και πάλι το *Gryllomorpha cretensis*, το οποίο συναντάται σε 106 από τις 312 τοποθεσίες δειγματοληψίας.

Δεύτερο κοινότερο είναι το είδος *Calliptamus barbarus*, σε 86 από τις 312 τοποθεσίες. Εντύπωση προκαλεί το είδος *Troglophilus spinulosus*, το οποίο βρίσκεται σε 79 θέσεις, και είναι επιπλέον το τρίτο αφθονότερο είδος (2.127 άτομα). Το είδος αυτό είναι τρωγλόξενο και έως τώρα ήταν γνωστό κυρίως από σπήλαια (Willemse et al. 2018), αλλά φαίνεται πως τελικά είναι ευρύτατα εξαπλωμένο σε όλο το νησί.

Επιπλέον, γίνεται φανερό πως ορισμένα είδη, ενώ παρουσιάζουν ιδιαίτερα μεγάλες αφθονίες, εντοπίζονται σε πολύ λίγες θέσεις. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν τα ενδημικά είδη *Rhacocleis derrai*, *Eupholidoptera annamariae* και *Platycleis albopunctata cretica* τα οποία ενώ έχουν 1.476, 583 και 492 άτομα αντίστοιχα και ανήκουν στα αφθονότερα είδη, περιορίζονται σε ελάχιστες τοποθεσίες (18, 11 και 4 από τις 312 τοποθεσίες αντίστοιχα).



Διάγραμμα 3 Αριθμός τοποθεσιών όπου συναντώνται τα 10 κοινότερα τάξα της Κρήτης

Πίνακας 4 Τάξα που προσδιορίστηκαν από τα δείγματα του ΜΦΙΚ, ο συνολικός αριθμός ατόμων του καθενός, το ποσοστό αυτού στο σύνολο των ατόμων και ο αριθμός των τοποθεσιών στα οποία είναι παρόντα

Όνομα τάξου	Συνολικός αριθμός ατόμων	Ποσοστό % επί του συνολικού αριθμού ατόμων	Αριθμός τοποθεσιών εμφάνισης
<i>Gryllomorpha cretensis</i>	3350	18.1	106
<i>Eumodicogryllus bordigalensis</i>	2651	14.4	45
<i>Troglophilus spinulosus</i>	2127	11.5	79
<i>Paramogoplistes novaki</i>	1800	9.7	70
<i>Rhacocleis derrai</i>	1476	8.0	18
<i>Calliptamus barbarus</i>	861	4.7	86
<i>Eupholidoptera astyla</i>	845	4.6	32
<i>Chorthippus biroi</i>	617	3.3	56
<i>Eupholidoptera annamariae</i>	583	3.2	4
<i>Platycleis albopunctata cretica</i>	492	2.7	11
<i>Eupholidoptera forcipata</i>	448	2.4	4
<i>Calliptamus sp.</i>	377	2.0	46
<i>Gryllus bimaculatus</i>	299	1.6	40
<i>Platycleis intermedia</i>	283	1.5	33
<i>Poecilimon cretensis</i>	216	1.2	36
<i>Gryllotalpa cf. stepposa</i>	177	1.0	16
<i>Acheta domesticus</i>	163	0.9	16
<i>Rhacocleis germanica</i>	127	0.7	29
<i>Pyrgomorpha conica</i>	125	0.7	32
<i>Dolichopoda paraskevi</i>	116	0.6	11
<i>Eupholidoptera jacquelinae</i>	114	0.6	7

<i>Sphingonotus cf. caerulans</i>	110	0.6	17
<i>Ovaliptila lindbergi</i>	100	0.5	23
<i>Eupholidoptera giuliae</i>	88	0.5	12
<i>Uromenus elegans</i>	86	0.5	16
<i>Eupholidoptera latens</i>	82	0.4	3
<i>Oedipoda venusta</i>	71	0.4	19
<i>Arachnocephalus vestitus</i>	67	0.4	33
<i>Rhacocleis insularis</i>	61	0.3	4
<i>Eupholidoptera mariannae</i>	58	0.3	7
<i>Acrotylus longipes</i>	56	0.3	5
<i>Oedipoda caerulescens</i>	53	0.3	32
<i>Rhacocleis andikithirensis</i>	42	0.2	2
<i>Acrida turrata/Truxalis nasuta</i>	38	0.2	24
<i>Chorthippus bornhalmi</i>	34	0.2	20
<i>Aiolopus strepens</i>	33	0.2	12
<i>Pteronemobius heydenii</i>	32	0.2	12
<i>Aiolopus thalassinus</i>	19	0.1	11
<i>Eupholidoptera gemellata</i>	19	0.1	1
<i>Pezotettix giornae</i>	19	0.1	10
<i>Eupholidoptera smyrnensis</i>	18	0.1	2
<i>Acrometopa sp.</i>	17	0.1	11
<i>Anacridium aegyptium</i>	10	0.1	9
<i>Dociostaurus maroccanus</i>	10	0.1	3
<i>Decticus albifrons</i>	9	0.0	3
<i>Acrotylus insubricus</i>	7	0.0	6
<i>Eupholidoptera pallipes</i>	7	0.0	1
<i>Heteracris littoralis</i>	7	0.0	2
<i>Incertana incerta</i>	7	0.0	5
<i>Eupholidoptera cretica</i>	6	0.0	3
<i>Orchamus raulinii</i>	6	0.0	6
<i>Truxalis nasuta</i>	6	0.0	3
<i>Tylopsis lilifolia</i>	6	0.0	5
<i>Tettigonia viridissima</i>	5	0.0	5
<i>Pseudomogoplistes squamiger</i>	4	0.0	3
<i>Acrida turrata</i>	3	0.0	3
<i>Natula averni</i>	3	0.0	1
<i>Ochridia pruinosa</i>	3	0.0	3
<i>Oecanthus dulcisonans/pellucens</i>	3	0.0	3
<i>Acrotylus patruelis</i>	2	0.0	2
<i>Myrmecophilus myrmecophilus</i>	2	0.0	2
<i>Paratettix meridionalis</i>	2	0.0	2
<i>Platycleis affinis</i>	2	0.0	1
<i>Tetrix depressa</i>	1	0.0	1
<i>Trigonidium cicindeloides</i>	1	0.0	1

### 3.2.3 Αποτελέσματα ταξινομικού ενδιαφέροντος

Η εξέταση μιας συλλογής τόσων ετών που έχει συσταθεί με έναν τρόπο δειγματοληψίας αρκετά ασυνήθιστο για τα Ορθόπτερα ήταν αναμενόμενο να αποφέρει ορισμένα νέα και αξιολογικά αποτελέσματα όσον αφορά τη συστηματική και ταξινομική των ειδών του νησιού. Τα ευρήματα χωρίστηκαν σε 4 κατηγορίες.

#### 3.2.3.1 Είδη νέα για την Κρήτη

Βρέθηκαν 5 είδη τα οποία δεν είχαν καταγραφεί ξανά στην Κρήτη, τα οποία φαίνονται στον Πίνακα 5. Καθοριστικό ρόλο στην εύρεσή τους διαδραμάτισε η χρήση των παγίδων παρεμβολής, καθώς τα 3 από αυτά (*Natula averni*, *Paramogoplistes novaki* και *Pteronemobius heydenii*) είναι πολύ μικρά (<1cm) και κρυπτικά είδη που δύσκολα παρατηρούνται και συλλαμβάνονται με τις κλασσικές μεθόδους. Εντύπωση προκαλεί η παρουσία του είδους *Paramogoplistes novaki* στο νησί, το οποίο ήταν το 4<sup>ο</sup> αφθονότερο και κοινότερο είδος στην Κρήτη με 1800 άτομα σε 70 τοποθεσίες, οι οποίες φαίνονται να καλύπτουν όλο το εύρος υψομέτρων και ενδιαιτημάτων του νησιού (βλ Ενότητα 3.3.1.1.3 για λεπτομέρειες).

Το μεγαλύτερο ωστόσο βιογεωγραφικό ενδιαφέρον έχει η εύρεση των ειδών *Rhacocleis andikithirensis* και *Rhacocleis insularis*. Τα δύο αυτά είδη θεωρούνται ενδημικά των Κυκλάδων και των Αντικυθήρων (Willemse et al. 2018a), και στην Κρήτη εντοπίστηκαν σε πολύ συγκεκριμένες θέσεις. Το *Rhacocleis insularis*, που συναντάται στα περισσότερα νησιά των Κυκλάδων, βρέθηκε στην Δία και σε μία θέση στα βόρεια παράλια του νομού Ρεθύμνης. Το *Rhacocleis andikithirensis*, το οποίο εξαπλώνεται στα Αντικύθηρα και σε νησιά των Δυτικών Κυκλάδων (Μύλος, Σίφνος, Σέριφος, Κύθνος) (Willemse et al. 2018a), βρέθηκε μόνο σε μία παραλία της Νοτιοδυτικής Κρήτης, το Ελαφονήσι.

Έτσι, η λίστα ειδών για την Κρήτη και τη Γαύδο ανέρχεται στα 78 είδη.

Πίνακας 5 Είδη νέα για την Κρήτη. Σημειώνεται ο χωρότυπος, η βιοτική μορφή και η ικανότητα πτήσης τους

Είδος	Βιοτική μορφή	Ικανότητα πτήσης	Χωρότυπος
<i>Rhacocleis andikithirensis</i>	Th	Όχι	AEG
<i>Rhacocleis insularis</i>	Th	Όχι	AEG
<i>Pteronemobius heydenii</i>	G	Ναι	COS
<i>Natula averni</i>	Ch	Ναι	MED
<i>Paramogoplistes novaki</i>	G	Όχι	SEE

#### 3.1.2.2 Δείγματα νέα για την επιστήμη

Στα δείγματα του ΜΦΙΚ εντοπίστηκαν σπάνια και ενδημικά είδη που είχαν καταγραφεί ελάχιστες φορές στο παρελθόν.

Μάλιστα, για 4 από αυτά δεν είχε βρεθεί ούτε περιγραφεί ποτέ το θηλυκό άτομο, και τα είδη ήταν γνωστά αποκλειστικά από τα αρσενικά δείγματα που είχαν χρησιμοποιηθεί για την περιγραφή τους. Τα θηλυκά τους βρέθηκαν για πρώτη φορά

στα δείγματα του ΜΦΙΚ και βρίσκονται υπό περιγραφή σε επικείμενη εργασία των Willemse, Tilmans & Kotitsa. Τα είδη αυτά φαίνονται στον Πίνακα 6 μαζί με την αναφορά των τύπων του καθενός, το φύλο και τον αριθμό των δειγμάτων που ήταν γνωστά από τη βιβλιογραφία. Επίσης σημειώνεται ο συνολικός αριθμός των ατόμων που βρέθηκαν από το καθένα στην παρούσα εργασία.

Φωτογραφίες (από τους Α. Τριχά και L. Willemse) και περισσότερες λεπτομέρειες για το κάθε είδος βρίσκονται στην Ενότητα 3.3.1.3.

Πίνακας 6 Στενοενδημικά είδη των οποίων το θηλυκό δεν είχε περιγραφεί μέχρι σήμερα, οι πληροφορίες για αυτά στην βιβλιογραφία, και ο αριθμός και φύλο των ατόμων που βρέθηκαν από την παρούσα εργασία

Είδος	Original description	Δείγματα Γνωστά στη Βιβλιογραφία	Type locality	Άλλες γνωστές θέσεις	Αριθμός και φύλο ατόμων που βρέθηκαν στην παρούσα εργασία
<i>Rhacocleis derrai</i>	Harz 1983	1♂ (Ολότυπος), 1♂	3km south of Maronia	Katharo plateau, west Kritsa	788♂,684♀
<i>Eupholidoptera gemellata</i>	Willemse & Kruseman 1976	1♂ (Ολότυπος)	Psiloreitis mt. - Skaronero	–	11♂,8♀
<i>Eupholidoptera mariannae</i>	Willemse & Heller 2001	1♂ (Ολότυπος), 2♂ (Παράτυποι), Δείγματα άγνωστου αριθμού και φύλου	Anatoli, 1 km E (Ierapetra, ca. 500 N.N. 1 km oestl. Anatoli NW Ierapetra)	Males, 2 km E (Ierapetra, ca. 700m N.N. 2 km oestl. Malles NW Ierapetra): Παράτυπος Άλλες θέσεις: Agios Ioannis, Kalavros, Kavousi, Katochori, Koutsouras	28♂,29♀
<i>Eupholidoptera cretica</i>	Ramme 1951	1♂ (Ολότυπος)	Samaria	–	3♂,3♀

Επιπλέον, βρέθηκε στα Λευκά Όρη ένα είδος *Leptorhyses* sp. το οποίο πιθανότατα αποτελεί νέο ενδημικό είδος των Λευκών Ορέων. Το ΜΦΙΚ διαθέτει μόνο ένα φωτογραφικό αρχείο ενός ενήλικου θηλυκού του είδους από τους Τριχά & Μακρή, ενώ οι Willemse & Tilmans εντόπισαν ένα αρσενικό άτομο αυτό το καλοκαίρι (2019). Φωτογραφίες του υπό περιγραφή είδους φαίνονται στην Εικόνα 12.

Τέλος, μετά από προσωπική επικοινωνία με τους Willemse & Tilmans φαίνεται πως τα άτομα *Poecilimon* από τη Γαύδο πιθανόν να αποτελούν νέο είδος, ενώ τα δείγματα *Eupholidoptera forcipata* που βρέθηκαν στη Δίκτη αποτελούν επίσης ένα νέο τάξο, είτε υποείδος της *Eupholidoptera forcipata*, είτε νέο είδος. Με την προσθήκη αυτών

των ακόμη μη περιεγραμμένων τάξων, ο αριθμός των τάξων της Κρήτης ανέρχεται στα 81.



Εικόνα 13 *Leptophyes* sp., θηλυκό (αριστερά) και αρσενικό (δεξιά). Νέο ενδημικό είδος των Λευκών Ορέων

### 3.1.2.3 Δείγματα αμφίβολης ταξινομικής θέσης

Παρακάτω παρατίθενται ορισμένα δείγματα αμφιβόλου ταξινομικής, τα οποία χαίρουν περαιτέρω ταξινομικής μελέτης:

*Ovaliptila* sp.: Κρίνοντας από ορισμένες μορφολογικές διαφορές (ύπαρξη υποτυπώδους φτερού στα θηλυκά, σκουρότερος χρωματισμός), είναι πιθανό να υπάρχει ένα δεύτερο είδος *Ovaliptila*, πέρα από την *O. lindbergi*. Εναλλακτικά, πρόκειται για το ίδιο είδος, όπου τα σπηλαιόβια άτομα παρουσιάζουν έντονη μορφολογική διαφοροποίηση με χαρακτηριστικά προσαρμοσμένα σε αυτό το ενδιαίτημα σε σχέση με τα άτομα που ζουν στο υπέργειο περιβάλλον. Για περισσότερες λεπτομέρειες, βλ Ενότητα 3.3.1.1.2.

? *Paramogoplistes novaki*: Τα άτομα που χαρακτηρίστηκαν ως τέτοια παρουσίαζαν τα εξωτερικά μορφολογικά χαρακτηριστικά του είδους αυτού, όπως αυτά αναγράφονται από τους (Krauss 1888, Harz 1976, Γοροχov 1984, Rebrina & Brigić 2017). Ωστόσο, υπήρχε αρκετά μεγάλη ενδοειδική ποικιλότητα ιδίως στο μήκος του ωοαποθέτη των θηλυκών. Επιπλέον, το είδος *Mogoplistes kinzelbachi*, ενδημικό της Καρπάθου, παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με το *P. novaki* (Harz 1976, Rebrina & Brigić 2017) και τα δείγματα που μελετήθηκαν. Ιδιαίτερα κάποια δείγματα (FC 960, FC1022) παρουσίασαν χαρακτήρες που ταίριαζαν περισσότερο με την περιγραφή του ενδημικού της Καρπάθου. Στις αναλύσεις αυτά συμπεριλήφθηκαν στο *P. novaki*, καθώς η ταξινομική τους κατάσταση ήταν αμφίβολη, αλλά δεν είναι απίθανο να αποτελούν διαφορετικό είδος.

? *Pteronemobius heydenii*: Τα δείγματα που χαρακτηρίστηκαν ως τέτοια διαθέτουν ορισμένες μορφολογικές διαφορές από εκείνα που είναι σαφώς πιο ξεκάθαρα. Απαιτείται η γνώση κάποιου ειδικού με μεγάλη εμπειρία για τον προσδιορισμό τους.

### 3.1.2.4 Είδη που απουσιάζουν από τη συλλογή του ΜΦΙΚ

11 είδη που αναφέρονται στη βιβλιογραφία για την Κρήτη δεν βρέθηκαν στα δείγματα του ΜΦΙΚ. Τα είδη παρατίθενται στον Πίνακα 7 με πληροφορίες για τον χωρότυπο, τη βιοτική μορφή και την ικανότητα πτήσης τους. Παρατηρούμε ότι 8 από τα 11 είδη είναι μακρόπτερα κι έχουν ικανότητα πτήσης, ενώ διαβιούν κατά κύριο λόγο σε χόρτα και θάμνους.

Πίνακας 7 Τα είδη που δεν βρέθηκαν στα δείγματα του ΜΦΙΚ. Σημειώνεται η ικανότητα πτήσης, η βιοτική μορφή και ο χωρότυπός τους. Για την περιγραφή των κωδικών, βλ. Ενότητα 2.4

Είδος	Βιοτική μορφή	Ικανότητα πτήσης	Χωρότυπος
<i>Conocephalus fuscus</i>	Ch	Ναι	COS
<i>Locusta migratoria</i>	Ch	Ναι	COS
<i>Myrmecophilus ochraceus</i>	G	Όχι	MED
<i>Oedaleus decorus</i>	G	Ναι	TUM
<i>Ruspolia nitidula</i>	Th	Ναι	COS
<i>Sepiana sepium</i>	Ch-Th	Όχι	SEE
<i>Tropidopola graeca</i>	Ch	Ναι	SEE
<i>Tropidopola longicornis</i>	Ch	Ναι	LEV
<i>Platycoleis escaleraei</i>	Ch-Th	Ναι	TUM
<i>Phaneroptera nana</i>	Th	Ναι	MED
<i>Eupholidoptera feri</i>	Th	Όχι	CRET

### 3.3 Τα Ορθόπτερα της Κρήτης (Νέα δεδομένα–Συστηματική–Κατανομές)

Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται με λεπτομέρειες ορισμένα είδη-κλειδιά και ενδημικά είδη και υποείδη της Κρήτης τα οποία παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Ποιο συγκεκριμένα, αναφέρεται η συστηματική κατάταξη του κάθε τάξου, η κατανομή του στη Κρήτη σε μορφή χάρτη και οι υψομετρικές προτιμήσεις του είδους, καθώς και γενικές πληροφορίες και σχόλια. Τα δεδομένα προκύπτουν από το συνδυασμό της βιβλιογραφικής πληροφορίας και της αναγνώρισης των δειγμάτων του ΜΦΙΚ.

Η συστηματική κατάταξη ακολουθεί την μορφή «Οικογένεια: Υποοικογένεια: Φυλή: Γένος», όπως αυτή αναγράφεται στους Willemse et al. 2018.

Στο Παράρτημα 1 φαίνονται αναλυτικά οι χωρότυποι, οι βιοτικές μορφές και η ικανότητα πτήσης του κάθε τάξου, ενώ στον Πίνακα 4 φαίνεται ο αριθμός ατόμων που προσδιορίστηκαν από εκείνο και των θέσεων όπου εντοπίστηκε. Στο Παράρτημα 2 παρουσιάζονται οι χάρτες κατανομής των ειδών που δεν αναφέρονται σε αυτή την ενότητα.



### 3.3.1 Ensifera

#### 3.3.1.1 Grylloidea

##### 3.3.1.1.1 *Gryllomorpha cretensis*



Εικόνα 14 Θηλυκό *Gryllomorpha cretensis*, ολότυπος. Η φωτογραφία λήφθηκε από την ιστοσελίδα (Cigliano et al. 2019)

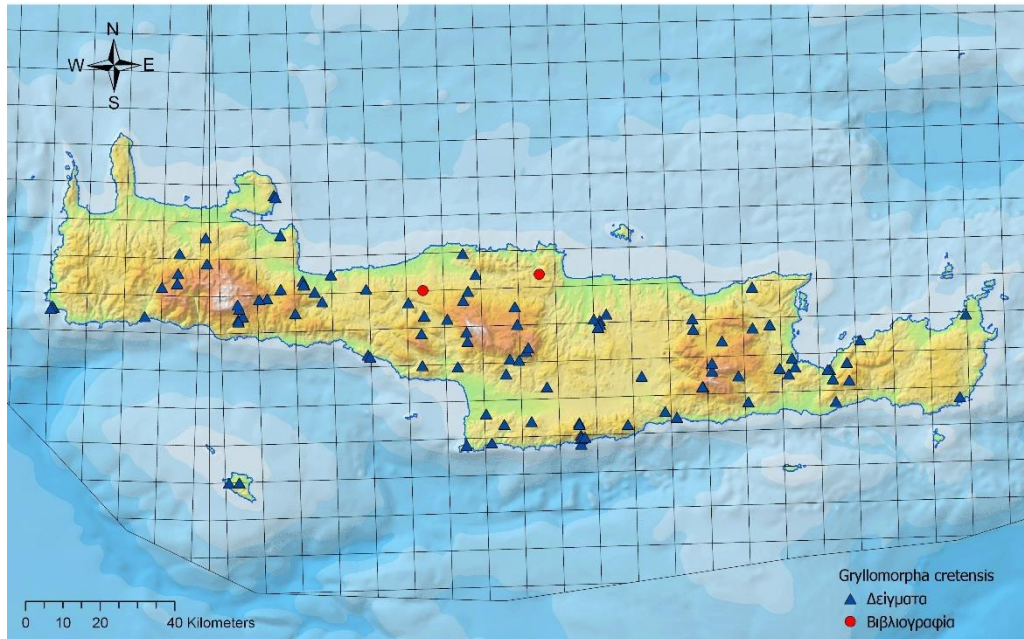
Gryllidae: Gryllomorphinae: Gryllomorphini: *Gryllomorpha*

Χωρότυπος Κρητικό Ενδημικό (CRET)

Ταξινομικές σημειώσεις: Η ταξινομική θέση των κρητικών *Gryllomorpha* δεν είναι ξεκάθαρη. Συγκεκριμένα, το *Gryllomorpha cretensis* είναι πιθανόν να υποβιβαστεί σε υποείδος του *Gryllomorpha dalmatina* (Gorochoń 2009, Gorochoń & Ünal 2012). Το *G. dalmatina* έχει καταγραφεί επίσης στην Κρήτη, αλλά ο διαχωρισμός μεταξύ των δύο τάξα δεν ήταν εύκολος, οπότε για τις αναλύσεις χαρακτηρίστηκαν όλα ως *Gryllomorpha cretensis*.

Βιβλιογραφία και νέα δεδομένα στην Κρήτη: Στην βιβλιογραφία έχει αναφερθεί ελάχιστες φορές, αλλά τα δείγματά μας έδειξαν ότι είναι ένα κοινότατο είδος στην Κρήτη και τη Γαύδο (Εικόνα 15).

Υψομετρική προτίμηση: Συναντάται κατά μήκος όλων των υψομετρικών ζωνών από τις παραλιακές αμμοθίνες (0-250m) έως μέχρι πάνω από το δασοόριο (1600-2500m).



Εικόνα 15 Χάρτης κατανομής του είδους *Gryllomorpha cretensis*. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

### 3.3.1.1.2 *Ovaliptila lindbergi*



Εικόνα 16 Αρσενικό (πάνω) και θηλυκό (κάτω) *Ovaliptila lindbergi*. Φωτογραφία: Α. Τριχάς (2019)

Gryllidae: Gryllomorphae: Petaloptilini: *Ovaliptila*

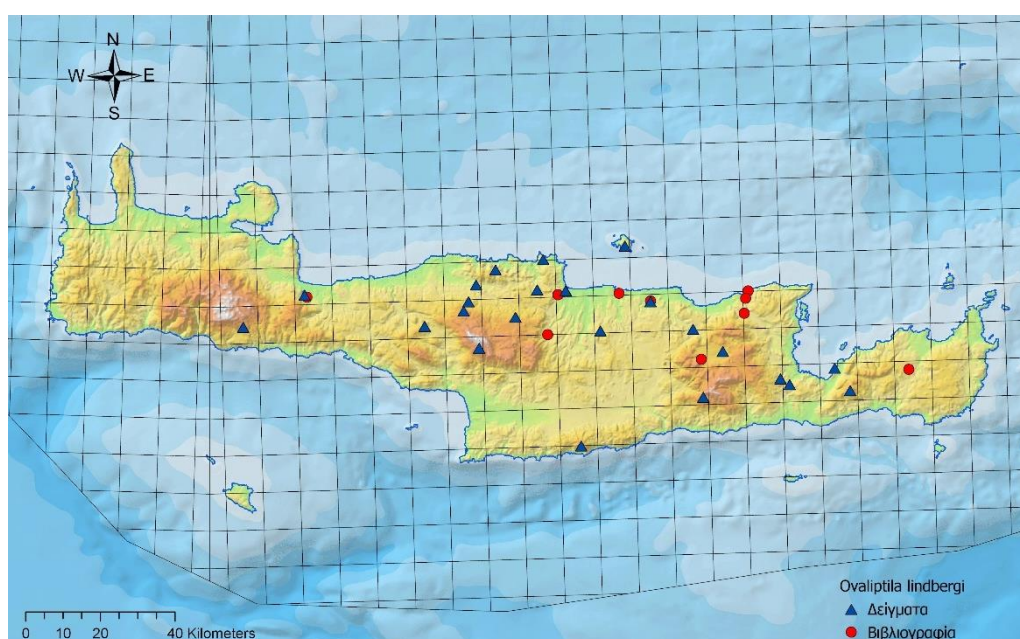
Χωρότυπος: Κρητικό Ενδημικό (CRET)

Ταξινομικές σημειώσεις: Πρόκειται για το μόνο είδος του γένους που είναι γνωστό από την Κρήτη (Willemse et al. 2018a). Έως σήμερα είχε συλλεχθεί αποκλειστικά από σπηλιές (Willemse et al. 2018a, IUCN 2019), αλλά οι νέες θέσεις εντοπισμού του δείχνουν πως καταλαμβάνει πολλά διαφορετικά ενδιαίτηματα. Τα δείγματα που έχουν συλλεχθεί από σπηλιές παρουσιάζουν χαρακτηριστικές μορφολογικές προσαρμογές στην υπόγεια διαβίωση, όπως αποχρωματισμό. Τα χαρακτηριστικά αυτά απουσιάζουν από τα δείγματα που συλλέχθηκαν στο εξωτερικό περιβάλλον, τα οποία ήταν καστανά ή και πιο σκουρόχρωμα. Ιδιαίτερη εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι το θηλυκό της *Ovaliptila lindbergi* έχει περιγραφεί ως «άπτερο» (Chopard 1957), ενώ τα περισσότερα

θηλυκά δείγματά μας διέθεταν μικροσκοπικά φτερά σαν φολίδες, τα οποία κρύβονταν κάτω από το προνότο. Κρίνοντας από αυτές τις διαφορές, είναι πιθανό να υπάρχει ένα δεύτερο είδος *Ovaliptila*, πέρα από την *O. lindbergi*. Εναλλακτικά, πρόκειται για το ίδιο είδος, όπου τα σπηλαιόβια άτομα παρουσιάζουν έντονη μορφολογική διαφοροποίηση εξαιτίας της προσαρμογής τους στο υπόγειο περιβάλλον.

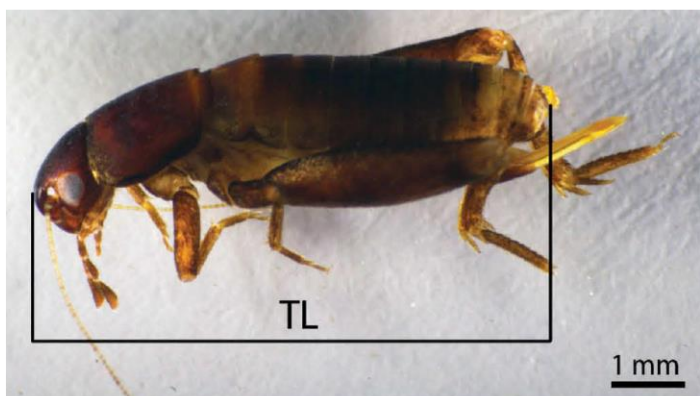
Βιβλιογραφία και νέα δεδομένα στην Κρήτη: Έως σήμερα είχε συλλεχθεί αποκλειστικά από σπηλιές (Willemse et al. 2018a, IUCN 2019), αλλά φαίνεται πως μπορεί να καταλάβει πολλά διαφορετικά ενδιαιτήματα.

Υψομετρική προτίμηση: Συναντάται κατά μήκος όλων των υψομετρικών ζωνών από τις παραλιακές αμμοθίνες (0-250m) έως μέχρι πάνω από το δασοόριο (1600-2500m).



Εικόνα 17 Χάρτης κατανομής του είδους *Ovaliptila lindbergi*. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

### 3.3.1.1.3 *Paramogoplistes novaki*



Εικόνα 18 Θηλυκό *Paramogoplistes novaki*. Φωτογραφία: (Rebrina & Brigić 2017)

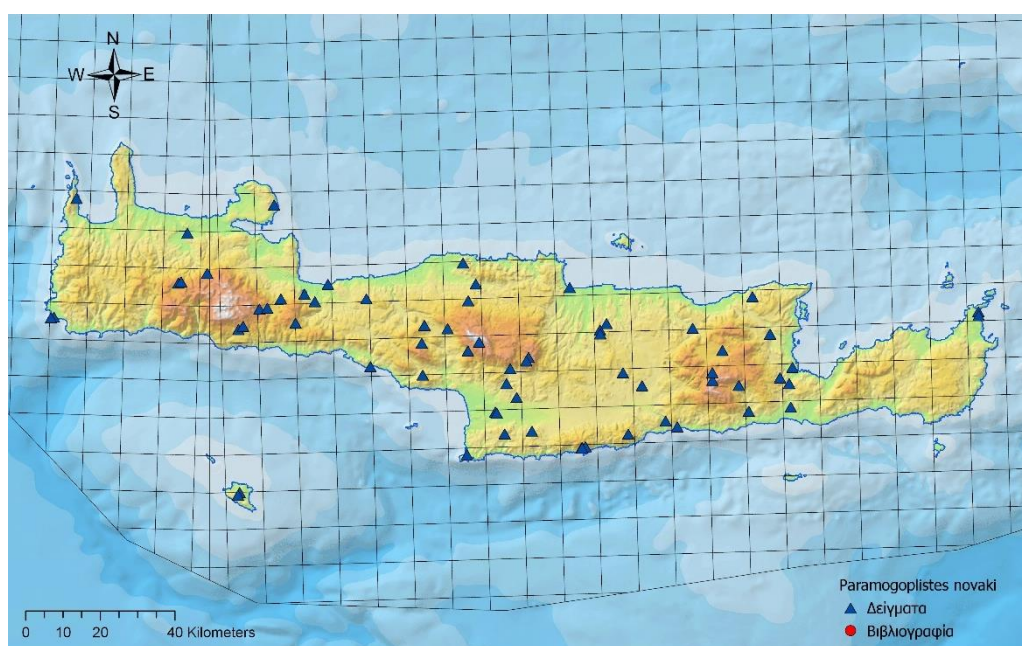
Μογοπλιστιδαί: Μογοπλιστινίαι: Μογοπλιστινί: *Paramogoplistes*

Χωρότυπος: Νοτιοανατολική Ευρώπη (SEE)

Ταξινομικές σημειώσεις: βλ. Ενότητα 3.1.2.3

Βιβλιογραφία και νέα δεδομένα στην Κρήτη: Νέο είδος για το νησί

Υψομετρική προτίμηση: Συναντάται κατά μήκος όλων των υψομετρικών ζωνών από τις παραλιακές αμμοθίνες (0-250m) έως μέχρι πάνω από το δασοόριο (1600-2500m) (Εικόνα 19).



Εικόνα 19 Χάρτης κατανομής του είδους *Paramogoplistes novaki*. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

### 3.3.1.2 *Rhaphidophoroidea*

#### 3.3.1.2.1 *Dolichopoda paraskevi*



Εικόνα 20 Θηλυκό *Dolichopoda paraskevi*

Rhaphidophoridae: Dolichopodinae: Dolichopodini: *Dolichopoda*

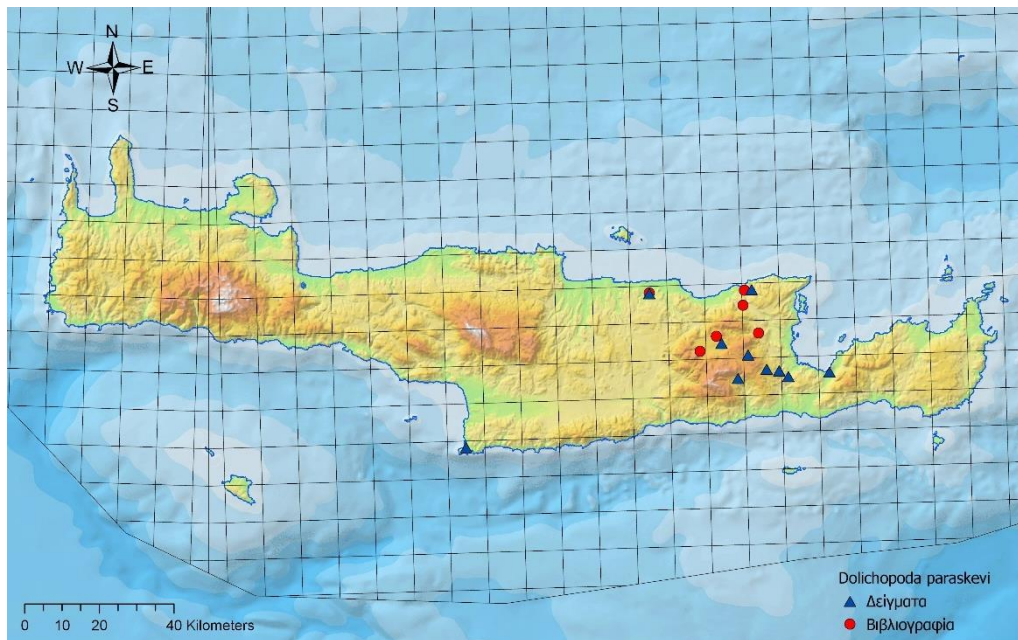
Χωρότυπος: Κρητικό Ενδημικό (CRET)

Ταξινομικές σημειώσεις: Στην Κρήτη έχουν αναφερθεί δύο είδη *Dolichopoda* (Allegrucci et al. 2009). Το δεύτερο είδος δεν έχει ονομαστεί, και, ενώ διαφέρει μορφολογικά από την *Dolichopoda paraskevi* (Allegrucci et al. 2009, Taylan & Şirin 2016), δεν διαφέρει γενετικά από εκείνη (Taylan & Şirin 2016). Έτσι, στη λίστα ειδών της Κρήτης έχει καταγραφεί μόνο ένα είδος (Willemse et al. 2018a). Για να επιβεβαιωθεί η ταξινομική τους θέση απαιτούνται μοριακές αναλύσεις, ιδίως από τη στιγμή που τα περισσότερα δείγματα του ΜΦΙΚ ήταν ανήλικα και δεν ήταν δυνατό να γίνει κάποια βαθύτερη μελέτη της ταξινομικής τους.

Βιβλιογραφία και νέα δεδομένα στην Κρήτη: Το είδος αναφέρεται μόνο από σπηλιές της ΒΑ Κρήτης. Τα αποτελέσματά μας συμφώνησαν γενικά με αυτή την παρατήρηση (Εικόνα 21).

Υψομετρική προτίμηση: Συναντάται από πολύ χαμηλά υψόμετρα (0-250m) μέχρι την ζώνη των 900-1250m. Ο μεγαλύτερος πληθυσμός βρέθηκε στα 1100m υψόμετρο.

Σχόλια: Τα περισσότερα άτομα συλλέχθηκαν έξω από σπηλιές, αν και συνήθως υπήρχε κάποια σπηλιά στην ευρύτερη περιοχή, και ήταν ανήλικα. Είναι γνωστό (Παραγκαμιάν, προσωπική επικοινωνία) ότι τα ανήλικα άτομα βγαίνουν από τις σπηλιές και αναρριχώνται σε δέντρα, ενώ τα ενήλικα συναντώνται και σε άλλα ενδιαίτηματα όπως ανθρωπογενή υπόγεια και δάση (Martinsen et al. 2009). Ο μεγαλύτερος πληθυσμός *Dolichopoda* από το ΜΦΙΚ (43 άτομα) συλλήφθηκε σε ένα δάσος πουρναριών κοντά στο οροπέδιο Καθαρό με παγίδες ζύμωσης κρεμασμένες από δέντρα. Τα περισσότερα άτομα του πληθυσμού ήταν ενήλικα.



Εικόνα 21 Χάρτης κατανομής του είδους *Dolichopoda paraskevi*. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

### 3.3.1.2.2 *Troglophilus spinulosus*



Εικόνα 22 *Troglophilus spinulosus*. Φωτογραφία: Α. Τριχάς (2019)

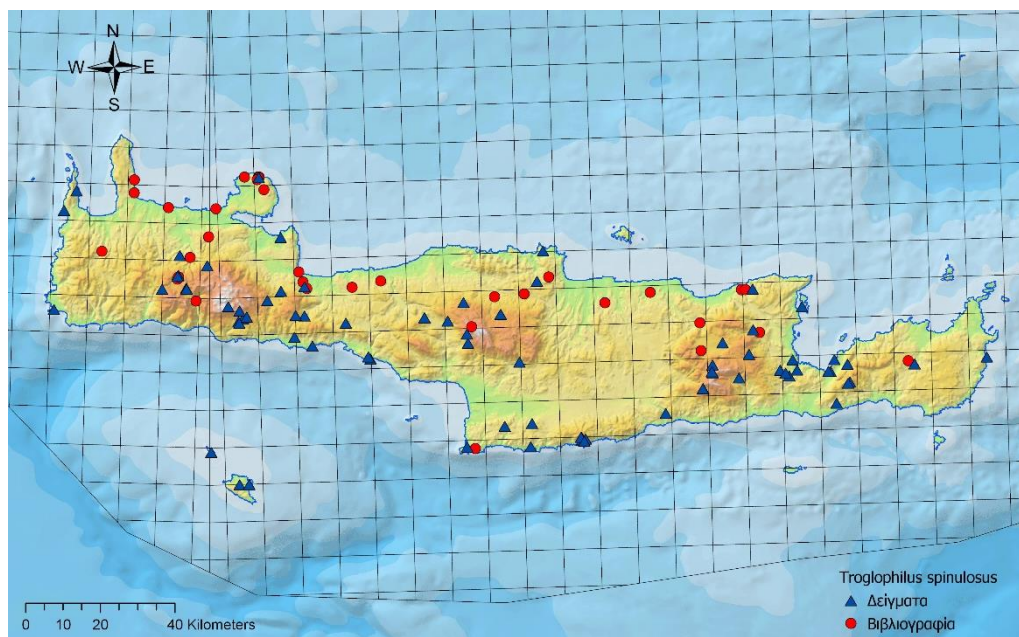
Rhaphidophoridae: Troglophyliinae: Troglophylini: *Troglophilus*

Χωρότυπος: Κρητικό Ενδημικό (CRET)

Ταξινομικές σημειώσεις: Αν και βιβλιογραφικά έχουν αναφερθεί περισσότερα των ένα ειδών από την Κρήτη (Ramme 1927, Willemse & Kruseman 1976, Willemse 1984), μεταγενέστερες έρευνες βασισμένες στη μορφολογία, την οικολογία και την κατανομή του γένους έδειξαν πως στην Κρήτη υπάρχει μόνο ένα είδος (Kollaros et al. 1991).

Βιβλιογραφία και νέα δεδομένα στην Κρήτη: Η πλειονότητα των αναφορών στην Κρήτη προέρχεται από άτομα που βρέθηκαν σε σπηλιές ή γύρω από αυτές (Chopard 1921, 1957, Willemse & Kruseman 1976, Paragamian 2018). Τα δείγματα του ΜΦΙΚ έδειξαν πως είναι κοινότατο στην Κρήτη και καλύπτει πολύ μεγαλύτερο εύρος ενδιαιτημάτων, από παραλίες μέχρι υγροτόπους, δάση, φρύγανα και μακί.

Υψομετρική προτίμηση: Συναντάται κατά μήκος όλων των υψομετρικών ζωνών από τις παραλιακές αμμοθίνες (0-250m) έως μέχρι πάνω από το δασοόριο (1600-2500m).



Εικόνα 23 Χάρτης κατανομής του είδους *Troglophilus spinulosus*. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

### 3.3.1.3 *Tettigonioidae*

#### 3.3.1.3.1 *Eupholidoptera* spp.



Εικόνα 24 Αρσενικά *Eupholidoptera annamariae*. Αριστερά: ολότυπος (Cigliano et al. 2019). Δεξιά: Roy Kleukers (2008)

Tettigoniidae: Tettigoniinae: Pholidopterini

Χωρότυπος: Κρητικά Ενδημικά (εξάιρεση η *E. smyrnensis* που είναι Νοτιοανατολικο-ευρωπαϊκή (SEE))

Ταξινομικές σημειώσεις: βλ. Ενότητα 2.3.3

Υψομετρική προτίμηση: Συναντώνται κατά μήκος όλων των υψομετρικών ζωνών από τις παραλιακές αμμοθίνες (0-250m) έως μέχρι πάνω από το δασοόριο (1600-2500m). Ορισμένα είδη έχουν πολύ εξειδικευμένες προτιμήσεις: η *E. annamariae* και η *E. smyrnensis* συναντώνται κάτω των 600m, οι *E. pallipes* και *E. forcipata* άνω των 1250m, ενώ η *E. gemellata* έχει βρεθεί μόνο άνω των 1600m, Άλλα είδη, ωστόσο, συναντώνται σε όλες σχεδόν τις υψομετρικές ζώνες.

Σχόλια: Παρατηρώντας τις εξαπλώσεις των ειδών, αναδύονται δύο κύρια πρότυπα. Το ένα πρότυπο περιλαμβάνει τα πιο κοινά είδη με πιο ευρείες κατανομές (*E. latens*, *E. giuliae*, *E. astyla*, *E. mariannae*, *E. annamariae*). Τα είδη αυτά φαίνεται πως έχουν συγκεκριμένες περιοχές εξάπλωσης στον άξονα Ανατολής-Δύσης, με τη σειρά με την οποία αναγράφονται παραπάνω, στα όρια των οποίων συνυπάρχουν με τα γειτονικά τους είδη, μαρτυρώντας με αυτό τον τρόπο μια βικαριανιστική κατανομή. Είναι κυρίως πεδινά είδη (*E. annamariae*) και είδη χωρίς μεγάλη υψομετρική προτίμηση, που συναντώνται από το επίπεδο της θάλασσας έως μέχρι και άνω των 1250m (*E. giuliae*, *E. mariannae*) ή ακόμη και πάνω από το δασοόριο (*E. astyla*, *E. latens*).

Το δεύτερο πρότυπο περιλαμβάνει ακραία στενοενδημικά είδη τα οποία εμφανίζονται σε πολύ περιορισμένες, απομονωμένες θέσεις. Η *E. jacqueliniae* συναντάται μόνο στα νησιά της Γαύδου και Γαυδοπούλας, ενώ τα υπόλοιπα περιορίζονται στους ορεινούς όγκους των Λευκών Ορέων (*E. cretica*, *E. pallipes*), στο οροπέδιο Καθαρό της Δίκτης (*E. feri*, *E. forcipata*) και στα μεγάλα υψόμετρα του Ψηλορείτη (*E. forcipata* -άνω των 1.250m, *E. gemellata* -άνω των 1.600m). Ορισμένα από αυτά, όπως η *E. forcipata* και *E. gemellata*, συνυπάρχουν με κοινότερα είδη όπως η *E. astyla*.

Η *Eupholidoptera smyrnensis* δεν ακολουθεί αυτά τα πρότυπα, αλλά αυτή αποτελεί μια ιδιαίτερη περίπτωση που συζητείται παρακάτω.

Παρακάτω παρουσιάζονται με λεπτομέρειες κάποια είδη για τα οποία η παρούσα εργασία προσφέρει νέα δεδομένα ή/και αποτελούν ιδιαίτερες περιπτώσεις. Επιπλέον, παρουσιάζονται χάρτες κατανομής για όλα τα είδη *Eupholidoptera*. Στο Παράρτημα 2, Εικόνα 57, φαίνεται ένας χάρτης όπου περιλαμβάνονται όλα τα είδη της Κρήτης.

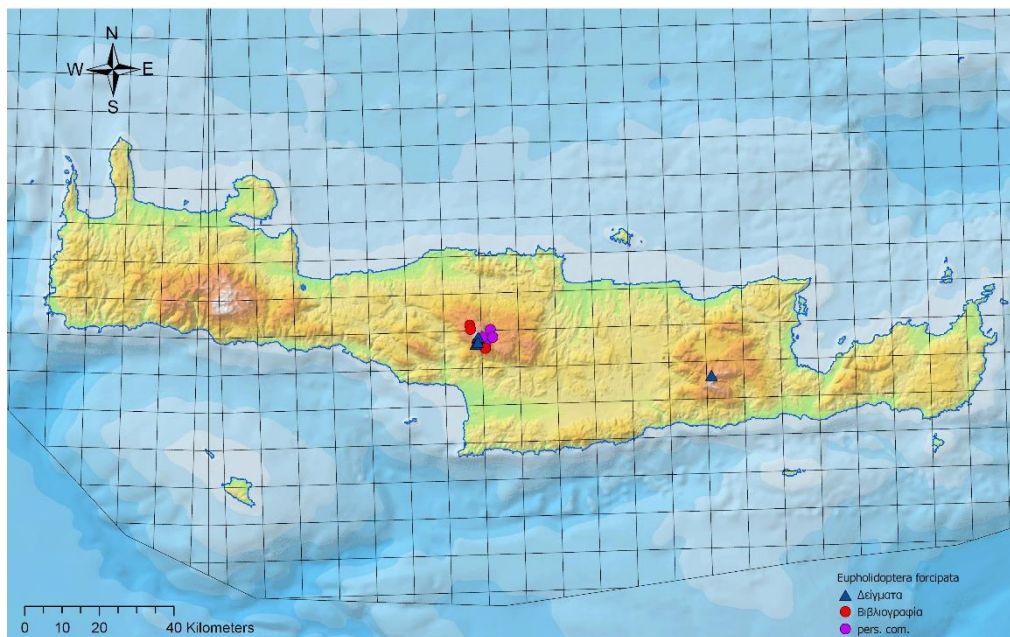


#### 3.3.1.3.1.1 *Eupholidoptera forcipata*

Χωρότυπος: Κρητικό Ενδημικό (CRET)

Βιβλιογραφία και νέα δεδομένα στην Κρήτη: Το είδος ήταν γνωστό μόνο από τον ορεινό όγκο του Ψηλορείτη. Εδώ η κατανομή του επεκτείνεται και στα βουνά της Δίκτης.

Ταξινομικές σημειώσεις: Τα άτομα που βρέθηκαν στη Δίκτη παρουσιάζουν σημαντικές μορφολογικές διαφορές από εκείνα του Ψηλορείτη. Σύμφωνα με τους Willemse & Tilmans (προσωπική επικοινωνία) είναι πιθανό να αποτελούν ένα διαφορετικό υποείδος, ή ακόμα και διαφορετικό είδος.



Εικόνα 25 Χάρτης κατανομής του είδους *Eupholidoptera forcipata*. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία, μοβ κύκλος=θέσεις μετά από προσωπική επικοινωνία με τους Willemse & Tilmans (μη δημοσιευμένα στοιχεία)

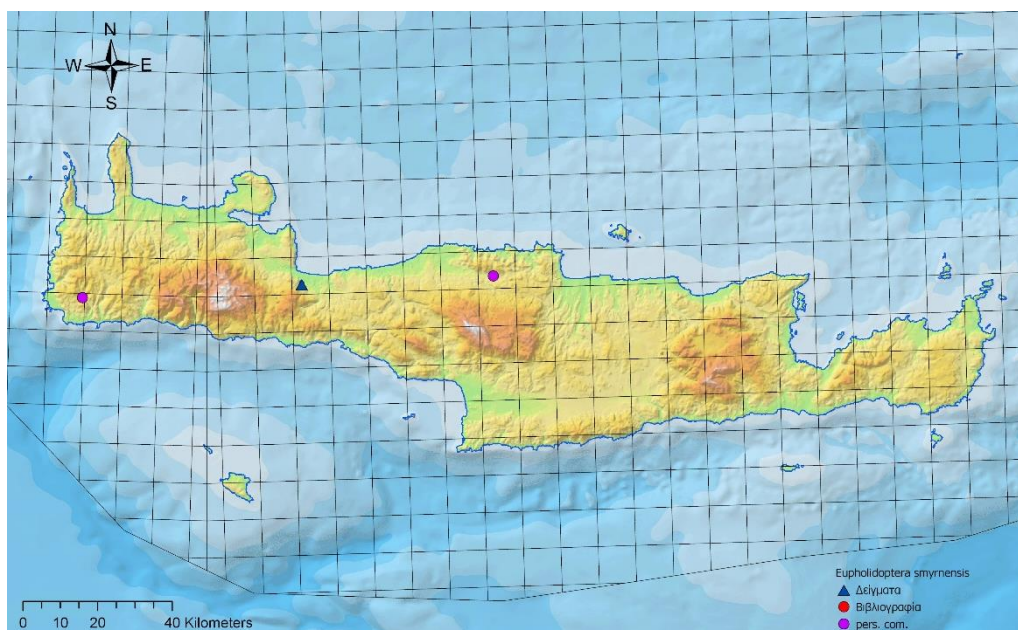
#### 3.3.1.3.1.2 *Eupholidoptera smyrnensis*

Χωρότυπος: Νοτιοανατολικο-ευρωπαϊκό (SEE)

Υψομετρική προτίμηση: Το είδος φαίνεται να προτιμά πεδινές περιοχές με υψόμετρο μικρότερο των 600m.

Σχόλια: Η *Eupholidoptera smyrnensis* είναι το μόνο είδος *Eupholidoptera* που δεν είναι ενδημικό της Κρήτης. Είναι το πιο ευρέως εξαπλωμένο είδος του γένους, και η εξάπλωσή της στην Ανατολική Μεσόγειο παρουσιάζει ενδιαφέρον: συναντάται στην δυτική Ανατολία, τη νότια Βουλγαρία και βορειοδυτική Ελλάδα, καθώς και τα νησιά του βόρειου και ανατολικού Αιγαίου μέχρι τη Ρόδο. Νέα στοιχεία την σημειώνουν και στην Εύβοια και Τζία, ενώ εκλείπει εντελώς από την κεντρική και νότια ηπειρωτική Ελλάδα (Cırlak et al. 2009). Η κατανομή της φαίνεται να υποστηρίζει για μια ακόμη φορά την πολύ χαμηλή συγγένεια της Κρήτης με την ηπειρωτική Ελλάδα, ιδιαίτερα με την Πελοπόννησο (Willemse & Kruseman 1976, Cırlak et al. 2010). Παρά την κυρίως

ανατολική κατανομή του είδους στην γύρω περιοχή, η *Eupholidoptera smyrnensis* έχει βρεθεί μέχρι σήμερα μόνο στην δυτική Κρήτη (Εικόνα 26).



Εικόνα 26 Χάρτης κατανομής του είδους *Eupholidoptera smyrnensis*. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία, μοβ κύκλος=θέσεις μετά από προσωπική επικοινωνία με τους Willemse & Tilmans (μη δημοσιευμένα στοιχεία)

### 3.3.1.3.1.3 *Eupholidoptera gemellata*



Εικόνα 27 Θηλυκό *Eupholidoptera gemellata*. Φωτογραφία: Α. Τριχάς (2019)



Εικόνα 28 Υπογεννητική πλάκα θηλυκού *Eupholidoptera gemellata*. Φωτογραφία: L. Willemse (2019)

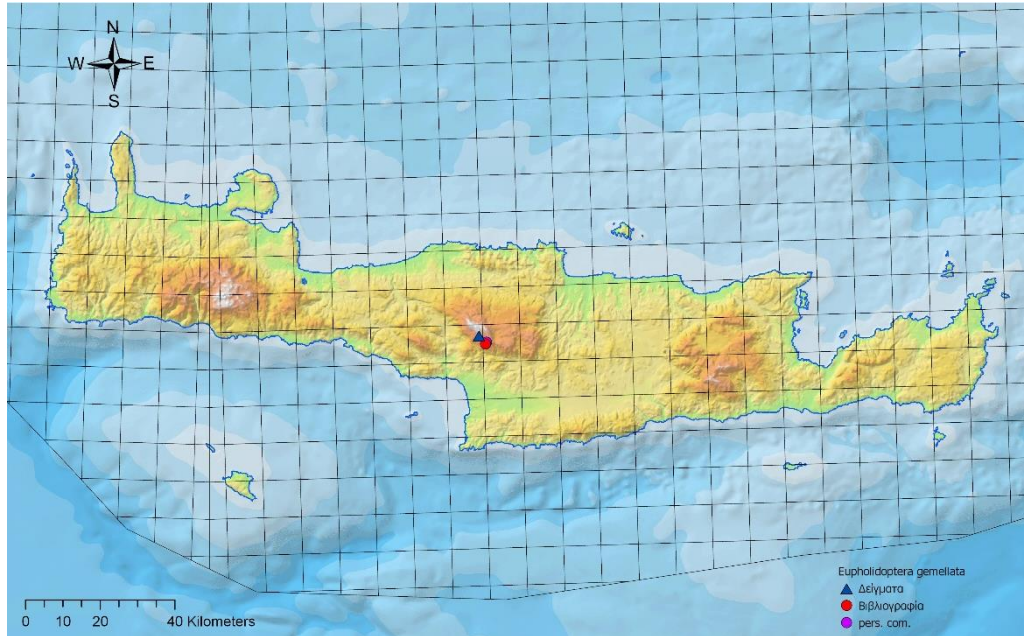
Χωρότυπος: Κρητικό Ενδημικό (CRET)

Βιβλιογραφία και νέα δεδομένα στην Κρήτη: Το είδος μέχρι σήμερα ήταν γνωστό μόνο από τον αρσενικό ολότυπο (Willemse & Kruseman 1976).

Ταξινομικές σημειώσεις: Στις Εικόνες 27 και φαίνεται ένα θηλυκό άτομο του είδους και η υπογεννητική του πλάκα. Τα θηλυκά τους βρέθηκαν για πρώτη φορά στα

δείγματα του ΜΦΙΚ και βρίσκονται υπό περιγραφή σε εργασία των Willemse, Tilmans & Kotitsa.

Υψομετρική προτίμηση: Το είδος είναι γνωστό μόνο από θέσεις πάνω από το δασοόριο, στον Ψηλορείτη (1600-2500m).



Εικόνα 29 Χάρτης κατανομής του είδους *Eupholidoptera gemellata*. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

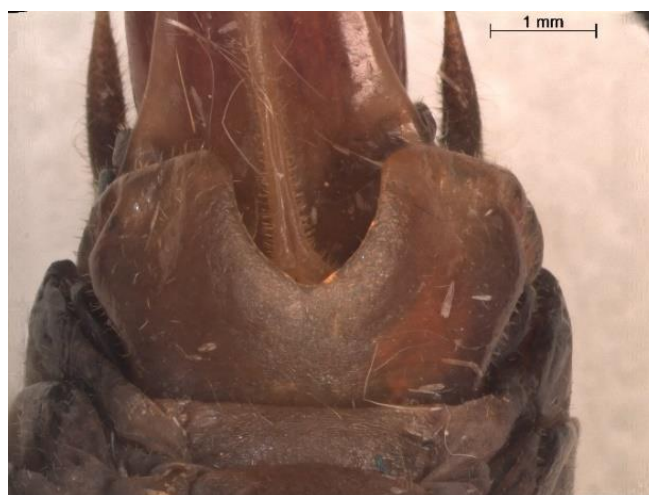
#### 3.3.1.3.1.4 *Eupholidoptera cretica*



Εικόνα 30 Τελευταίος κοιλιακός τεργίτης και πέος αρσενικού *Eupholidoptera cretica*. Φωτογραφία: L. Willemse (2019)



Εικόνα 31 Υπογεννητική πλάκα αρσενικού *Eupholidoptera cretica*. Φωτογραφία: L. Willemse (2019)



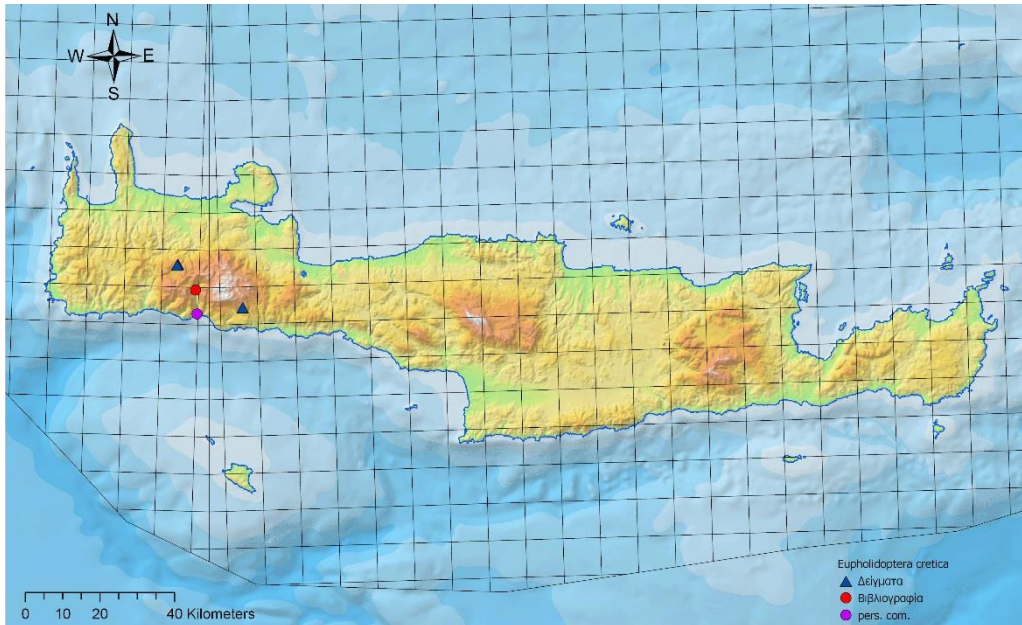
Εικόνα 32 Υπογεννητική πλάκα θηλυκού *Eupholidoptera cretica*. Φωτογραφία: L. Willemse (2019)

Χωρότυπος: Κρητικό Ενδημικό (CRET)

Βιβλιογραφία και νέα δεδομένα στην Κρήτη: Το είδος μέχρι σήμερα ήταν γνωστό μόνο από τον αρσενικό ολότυπο. Το στίγμα που βρίσκεται δίπλα στην ακτή (προσωπική επικοινωνία με Willemse & Tilmans) είναι πιθανό να έχει λανθασμένες συντεταγμένες και στην πραγματικότητα το δείγμα να προέρχεται από μεγαλύτερο υψόμετρο (στη θέση της κόκκινης τελείας).

Ταξινομικές σημειώσεις: Τα θηλυκά τους βρέθηκαν για πρώτη φορά στα δείγματα του ΜΦΙΚ και βρίσκονται υπό περιγραφή σε εργασία των Willemse, Tilmans & Kotitsa. Στις Εικόνες 30-32 φαίνονται τα γεννητικά όργανα ενός θηλυκού (Εικόνα 32, υπογεννητική πλάκα) και αρσενικού ατόμου (Εικόνες 30-31, υπογεννητική πλάκα, τελευταίος κοιλιακός τεργίτης και πέος).

Υψομετρική προτίμηση: 0-1600m



Εικόνα 33 Χάρτης κατανομής του είδους *Eupholidoptera cretica*. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία, μοβ κύκλος=θέσεις μετά από προσωπική επικοινωνία με τους Willemse & Tilmans (μη δημοσιευμένα στοιχεία)

### 3.3.1.3.1.5 *Eupholidoptera mariannae*



Εικόνα 34 Θηλυκό *Eupholidoptera mariannae*. Φωτογραφία: Α. Τριχάς (2019)



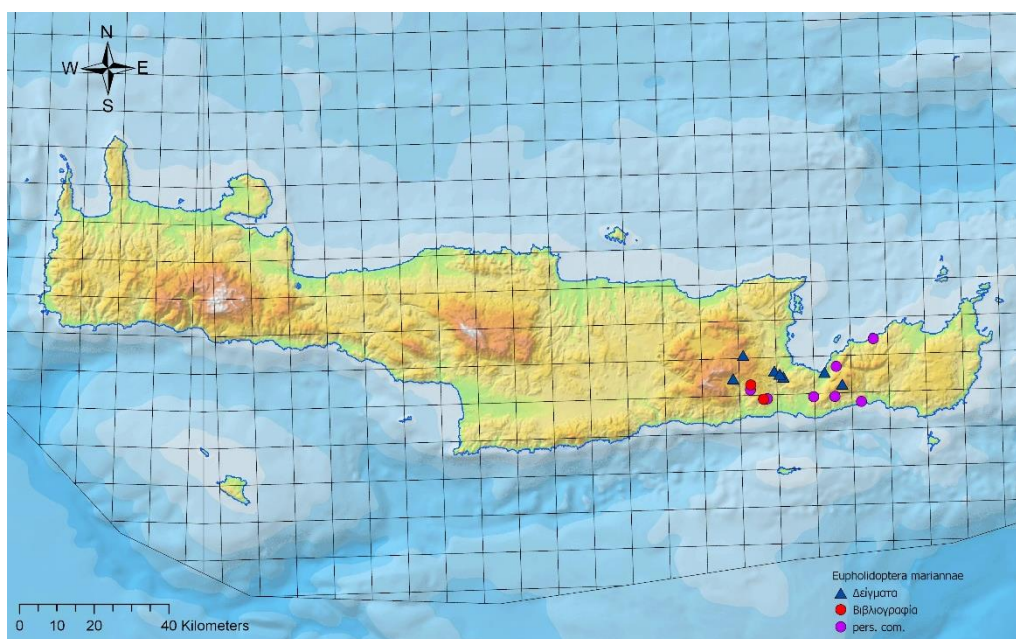
Εικόνα 35 Υπογεννητική πλάκα θηλυκού *Eupholidoptera mariannae*. Φωτογραφία: Α. Τριχάς (2019)

Χωρότυπος: Κρητικό Ενδημικό (CRET)

Βιβλιογραφία και νέα δεδομένα στην Κρήτη: Το θηλυκό του είδους, αν και είχε εντοπιστεί στο παρελθόν, δεν είχε περιγραφεί, καθώς η ομοιότητά του με την θηλυκή *E. astyla* έκανε αβέβαιη την αναγνώρισή του (Willemse & Heller 2001). Στα δείγματα του ΜΦΙΚ βρέθηκαν στους ίδιους σταθμούς αρσενικά και θηλυκά άτομα, επιτρέποντας την περιγραφή του θηλυκού, που θα περιλαμβάνεται στην εργασία των Willemse, Tilmans & Kotitsa.

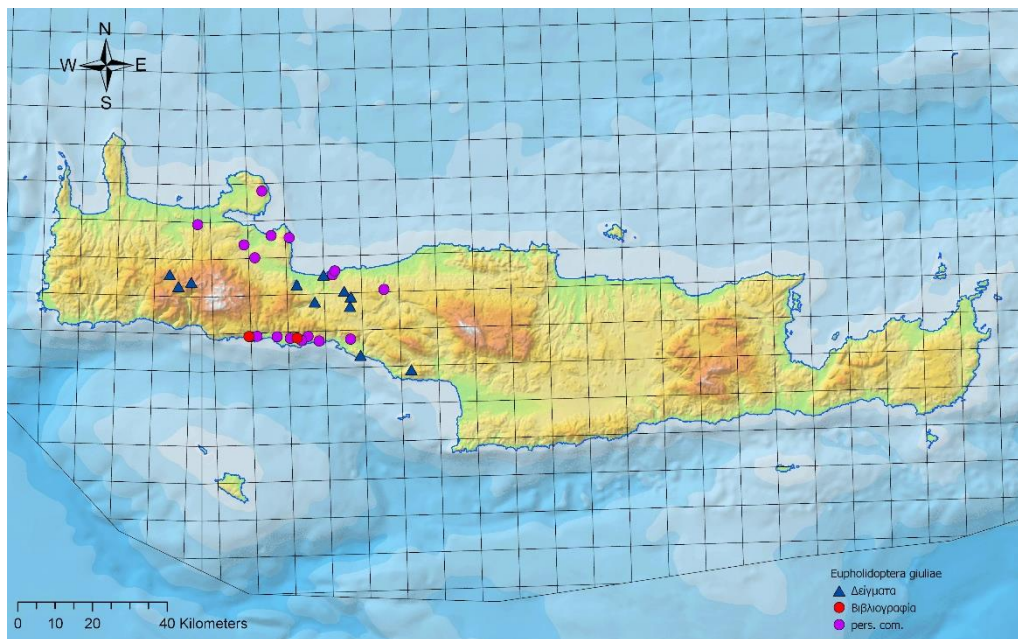
Ταξινομικές σημειώσεις: Στην Εικόνα 35 φαίνεται η υπογεννητική πλάκα ενός θηλυκού *Eupholidoptera mariannae*. Παρουσιάζει έντονη ομοιότητα με την υπογεννητική των θηλυκών *E. astyla*, με αποτέλεσμα η αναγνώριση του είδους με βάση το θηλυκό να είναι δύσκολη. Μάλιστα, το άτομο με βάση το οποίο είχε γίνει ο προσδιορισμός της *E. astyla* φαίνεται πως είναι τελικά *Eupholidoptera mariannae* (Willemse & Tilmans, προσωπική επικοινωνία). Έτσι, εκτός από την περιγραφή της θηλυκής *Eupholidoptera mariannae*, στην εργασία των Willemse & Tilmans θα επαναπεριγραφεί το θηλυκό της *E. astyla*.

Υψομετρική προτίμηση: 0-1600m

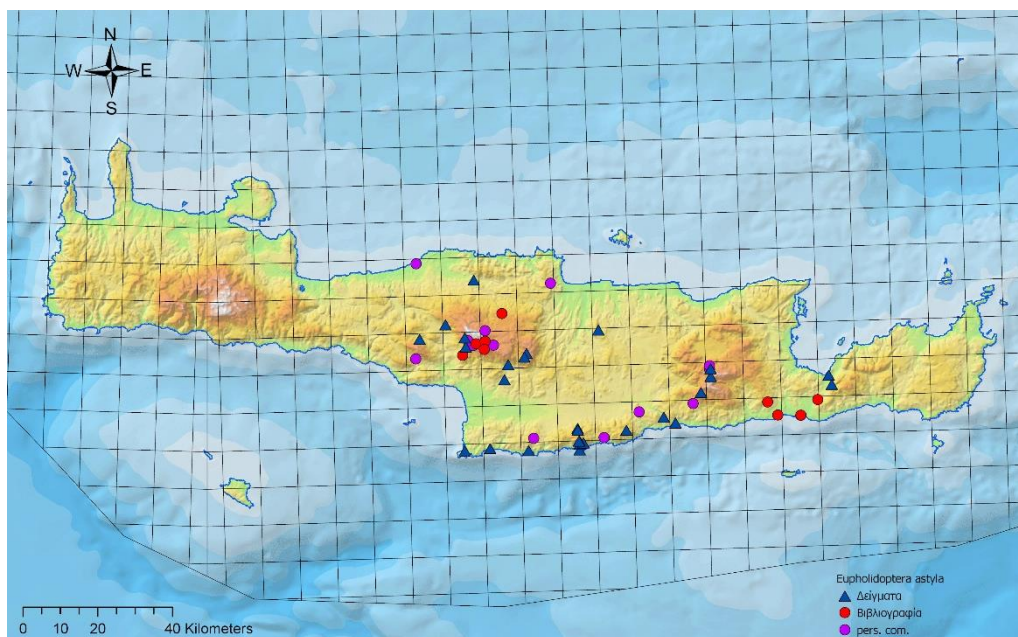


Εικόνα 36 Χάρτης κατανομής του είδους *Eupholidoptera mariannae*. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία, μοβ κύκλος=θέσεις μετά από προσωπική επικοινωνία με τους Willemse & Tilmans (μη δημοσιευμένα στοιχεία)

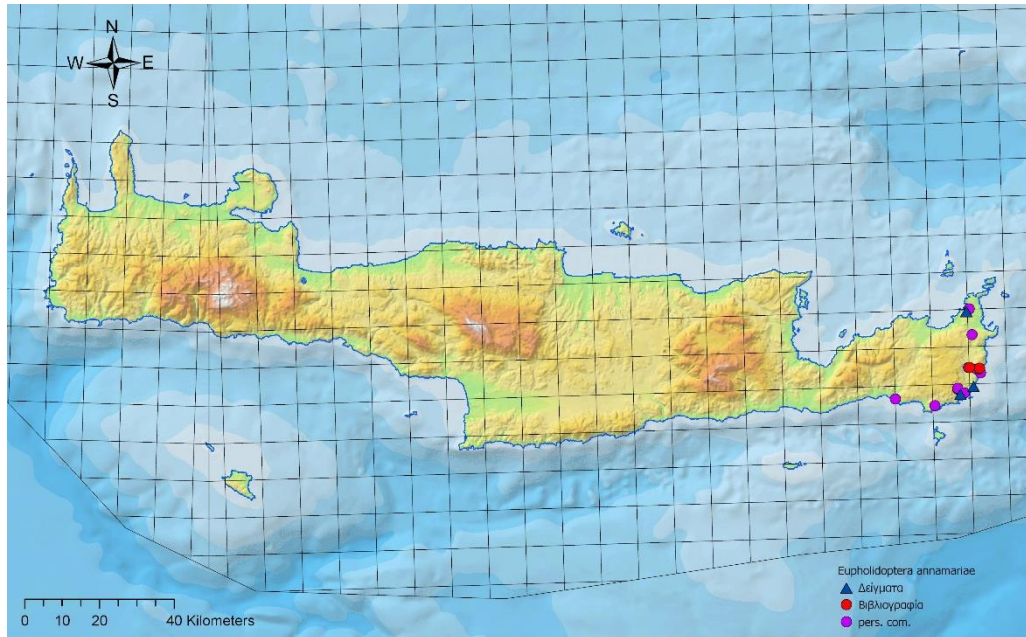
### 3.3.1.3.1.6 Χάρτες εξάπλωσης των υπόλοιπων ειδών *Eupholidoptera*



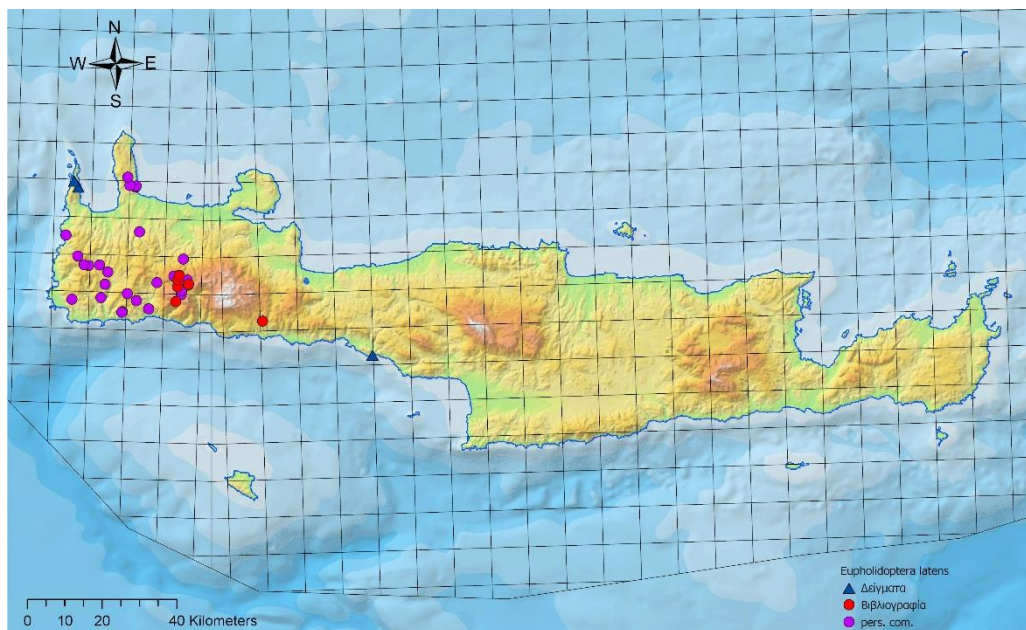
Εικόνα 37 Χάρτης κατανομής του είδους *Eupholidoptera giuliae*. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία, μοβ κύκλος=θέσεις μετά από προσωπική επικοινωνία με τους Willemse & Tilmans (μη δημοσιευμένα στοιχεία)



Εικόνα 38 Χάρτης κατανομής του είδους *Eupholidoptera astyla*. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία, μοβ κύκλος=θέσεις μετά από προσωπική επικοινωνία με τους Willemse & Tilmans (μη δημοσιευμένα στοιχεία)



Εικόνα 39 Χάρτης κατανομής του είδους *Eupholidoptera annamariae*. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία, μοβ κύκλος=θέσεις μετά από προσωπική επικοινωνία με τους Willemse & Tilmans (μη δημοσιευμένα στοιχεία)



Εικόνα 40 Χάρτης κατανομής του είδους *Eupholidoptera latens*. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία, μοβ κύκλος=θέσεις μετά από προσωπική επικοινωνία με τους Willemse & Tilmans (μη δημοσιευμένα στοιχεία)



### 3.3.1.3.2 *Platycleis albopunctata cretica*

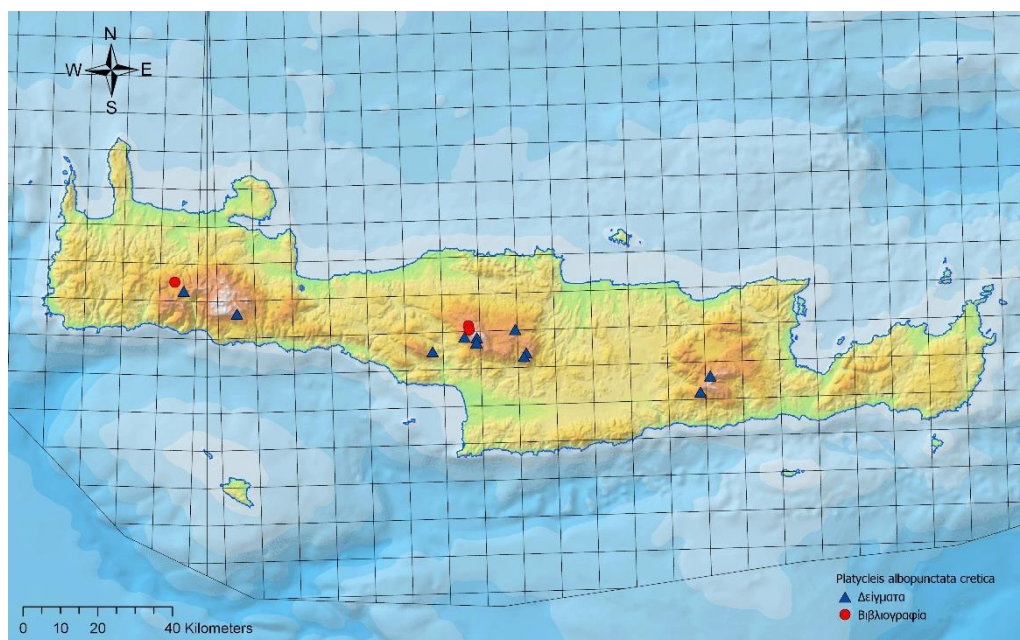
Tettigoniidae: Tettigoniinae: Platycleidini

Χωρότυπος: Κρητικό Ενδημικό (CRET)

Ταξινομικές σημειώσεις: Το γένος *Platycleis albopunctata* διαθέτει δύο υποείδη στον ελλαδικό χώρο: Το *P. a. grisea*, που εξαπλώνεται στην ηπειρωτική Ελλάδα και Πελοπόννησο, και το *P. a. cretica* που συναντάται στην Κρήτη (Willemse et al. 2018a). Το κρητικό υποείδος διαθέτει φτερά βραχύτερα από εκείνα των άλλων υποειδών, και αποτελεί το μόνο βραχύπτερο *Platycleis* της Κρήτης.

Βιβλιογραφία και νέα δεδομένα στην Κρήτη: Μέχρι σήμερα το είδος ήταν γνωστό από τον Ψηλορείτη και τα Λευκά Όρη (Willemse et al. 2018a). Τα δεδομένα της παρούσας εργασίας επεκτείνουν την εξάπλωσή του στα όρη της Δίκτης και του Κέδρου (Εικόνα 41).

Υψομετρική προτίμηση: Το υποείδος αυτό συναντάται αποκλειστικά στους μεγάλους ορεινούς όγκους της Κρήτης, σε υψόμετρα μεγαλύτερα των 1000m. Η μοναδική θέση όπου έχει βρεθεί σε χαμηλότερο υψόμετρο είναι το όρος Κέδρος, σε υψόμετρο γύρω στα 800m. Κοινότερο είναι στη ζώνη άνω του δασοορίου (1600-2500m), όπου εντοπίζεται το 55% των καταγραφών του.



Εικόνα 41 Χάρτης κατανομής του είδους *Platycleis albopunctata cretica*. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

### 3.3.1.3.3 *Rhacocleis* spp.

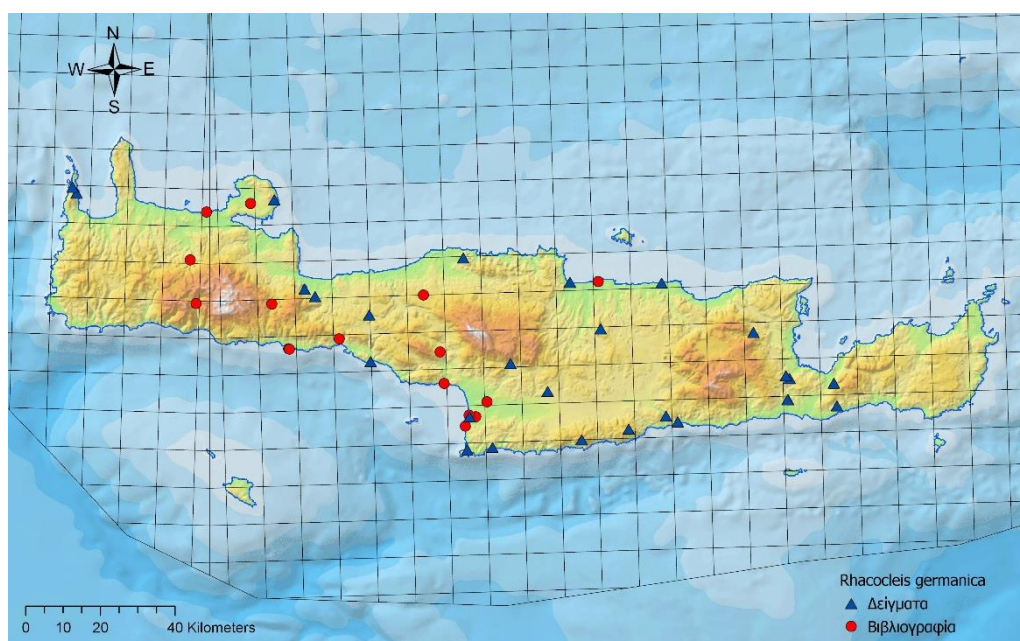
Tettigoniidae: Tettigoniinae: Platycleidini

#### 3.3.1.3.3.1 *Rhacocleis germanica*

Χωρότυπος: Νοτιοανατολικο-ευρωπαϊκό (SEE)

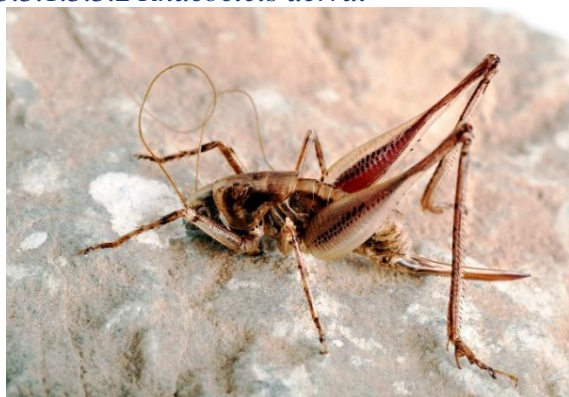
Βιβλιογραφία και νέα δεδομένα στην Κρήτη: Ήταν γνωστό κυρίως από την δυτική Κρήτη. Εδώ, η εξάπλωσή του επεκτείνεται και στην ανατολική (Εικόνα 42).

Υψομετρική προτίμηση: Το είδος φαίνεται να προτιμά πεδινές και ημιορεινές περιοχές με υψόμετρο μικρότερο των 900m, με το 64% των αναφορών του στη ζώνη των 0-250m.



Εικόνα 42 Χάρτης κατανομής του είδους *Rhacocleis germanica*. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

### 3.3.1.3.3.2 *Rhacocleis derrai*



Εικόνα 43 Θηλυκό *Rhacocleis derrai*. Φωτογραφία: Α. Τριχάς (2019)



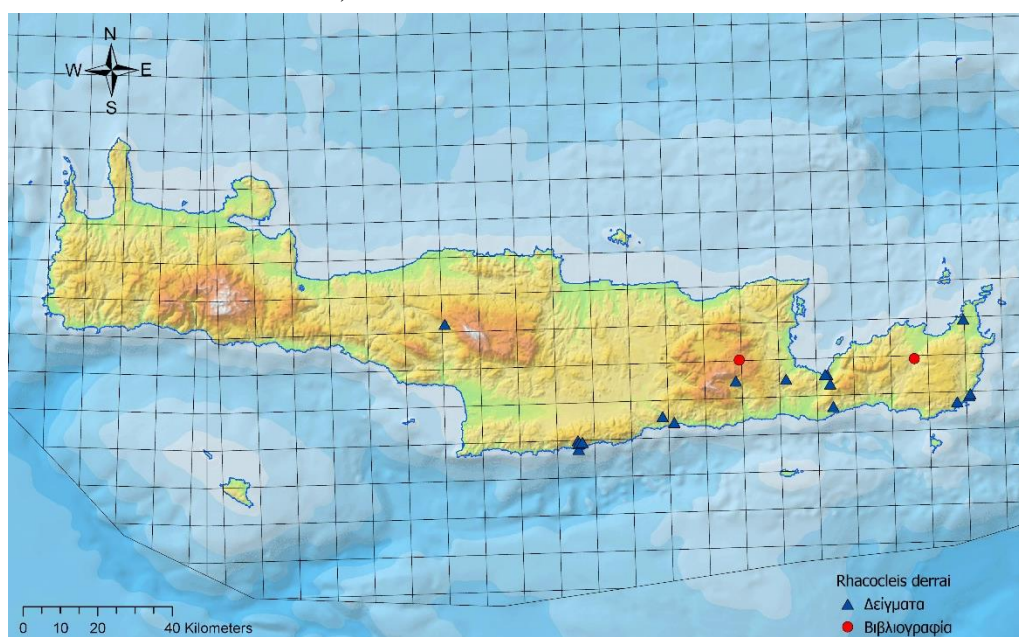
Εικόνα 44 Υπογεννητική πλάκα θηλυκού *Rhacocleis derrai*. Φωτογραφία: Α. Τριχάς (2019)

Χωρότυπος: Κρητικό Ενδημικό (CRET)

Ταξινομικές σημειώσεις: Το θηλυκό άτομο αποπίστηκε για πρώτη φορά στα δείγματα του ΜΦΙΚ.

Βιβλιογραφία και νέα δεδομένα στην Κρήτη: Το *R. derrai* ήταν γνωστό από ελάχιστα αρσενικά άτομα (βλ Ενότητα 3.1.2.2), από δύο θέσεις στην ανατολική Κρήτη. Τα δεδομένα μας επεκτείνουν την εξάπλωσή του στα Αστερούσια, ενώ βρέθηκαν και δύο άτομα στους πρόποδες του Ψηλορείτη. Επιπλέον, εντοπίστηκε για πρώτη φορά και αναγνωρίστηκε το θηλυκό άτομο του είδους (Εικόνες 43-44).

Υψομετρική προτίμηση: Το είδος προτιμά πεδινές και ημιορεινές περιοχές με υψόμετρο μικρότερο των 900m. Στη Δίκτη εντοπίστηκε, ωστόσο, στα 1100m (Willemse & Willemse 2005).



Εικόνα 45 Χάρτης κατανομής του είδους *Rhacocleis derrai*. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

### 3.3.1.3.3.3 *Rhacocleis andikithirensis*



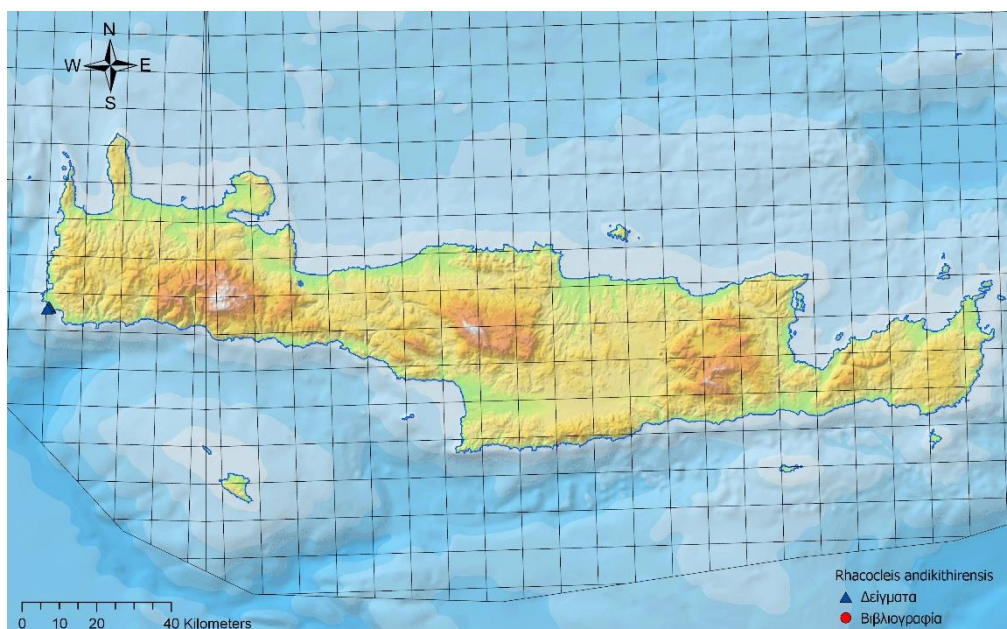
Εικόνα 46 Άρσενικό *Rhacocleis andikithirensis*, ολότυπος. Δεξιά: κέρκοι και τελευταίος κοιλιακός τεργίτης (Tilmans et al. 2016)

Χωρότυπος: Αιγαϊκό Ενδημικό (ΑΕΓ)

Βιβλιογραφία και νέα δεδομένα στην Κρήτη: Το *R. andikithirensis* περιγράφηκε το 2016 (Tilmans et al. 2016), οπότε και θεωρήθηκε ενδημικό των Αντικιθύρων. Στη συνέχεια εντοπίστηκε σε νησιά των Κυκλάδων (Willemse et al. 2018a) και τώρα αναφέρεται για πρώτη φορά από την Κρήτη.

Υψομετρική προτίμηση: 0-250m

Σχόλια: Η παρουσία του τονίζει την συγγένεια Κρήτης-Κυκλάδων-Αντικυθήρων, αν και το γεγονός ότι εντοπίστηκε σε μία μοναδική θέση στο Ελαφονήσι εγείρει βιογεωγραφικά ερωτήματα.



Εικόνα 47 Χάρτης κατανομής του είδους *Rhacocleis andikithirensis* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

#### 3.3.1.3.3.4 *Rhacocleis insularis*



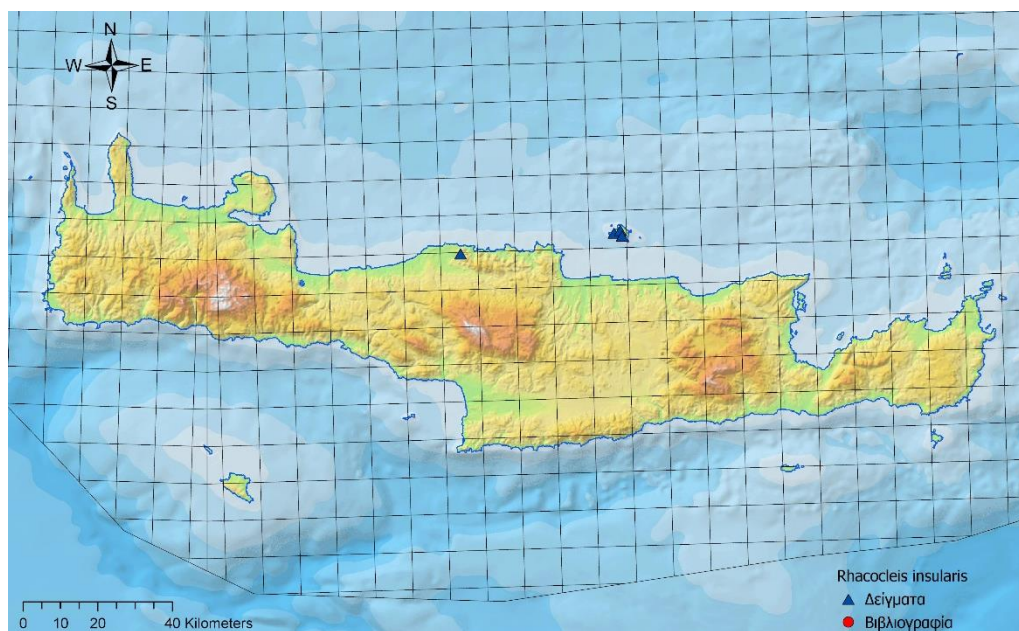
Εικόνα 48 *Rhacocleis insularis*. Αριστερά: αρσενικό, δεξιά: υπογεννητική πλάκα θηλυκού (Alexiou et al. 2017a)

Χωρότυπος: Αιγαϊκό Ενδημικό (ΑΕΓ)

Βιβλιογραφία στην Κρήτη: Το *R. insularis* εντοπίζεται στα νησιά των Κυκλάδων (Willemse et al. 2018a), και εδώ αναφέρεται για πρώτη φορά από την Κρήτη και την Δία.

Υψομετρική προτίμηση: 0-250m

Σχόλια: Η παρουσία του τονίζει την συγγένεια της Κρήτης και της Δίας με τις Κυκλάδες.



Εικόνα 49 Χάρτης κατανομής του είδους *Rhacocleis insularis* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

### 3.3.2 Caelifera

#### 3.3.2.1 *Oedipoda venusta*

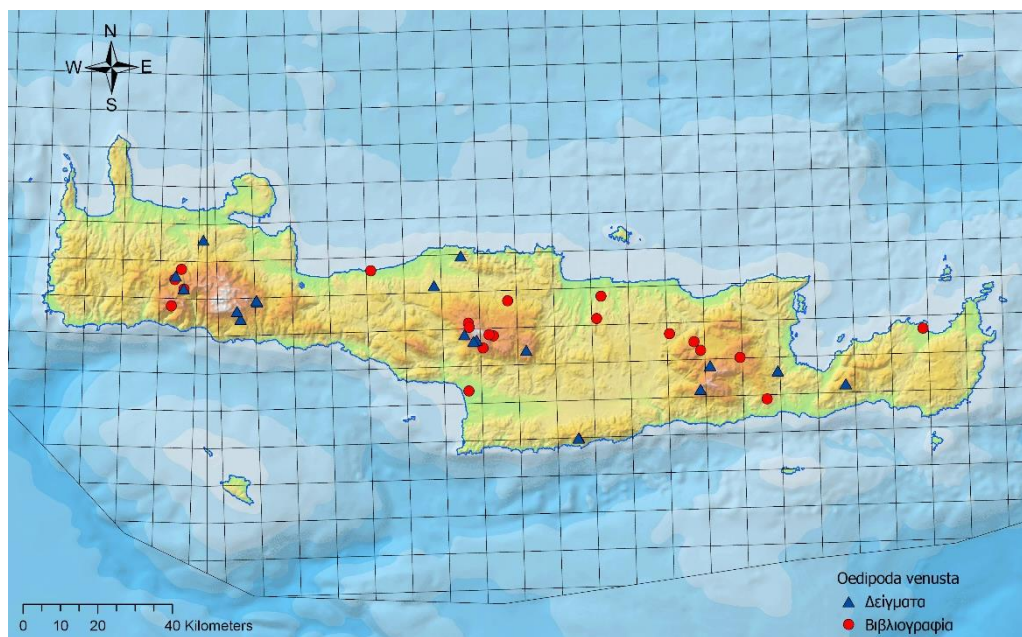
Acrididae: Oedipodinae: Oedipodini

Χωρότυπος: Αιγαϊκό Ενδημικό (AEG)

Ταξινομικές σημειώσεις: βλ Ενότητα 2.3.3

Βιβλιογραφία στην Κρήτη: Το είδος έχει αναφερθεί μόνο από την Κρήτη και την Κάρπαθο (Willemse et al. 2018a).

Υψομετρική προτίμηση: Συναντάται κατά μήκος όλων των υψομετρικών ζωνών από τις παραλιακές αμμοθίνες (0-250m) έως άνωθεν του δασοορίου (1600-2500m).



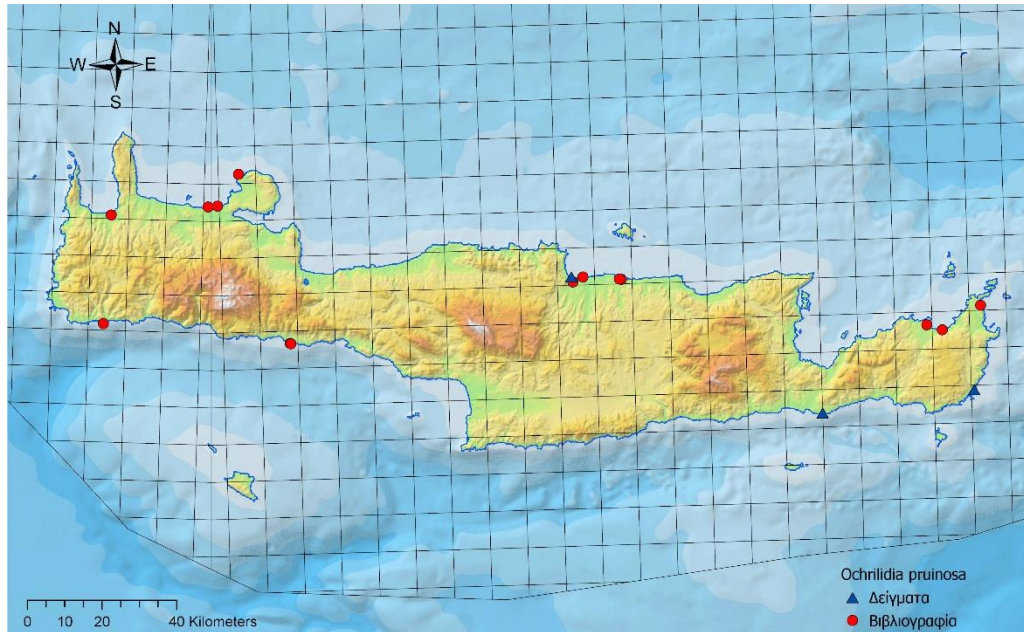
Εικόνα 50 Χάρτης κατανομής του είδους *Oedipoda venusta* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

#### 3.2.1.2 *Ochridia pruinosa*

Χωρότυπος: Νοτιοανατολικο-ευρωπαϊκό (SEE)

Ταξινομικές σημειώσεις: Η ταξινομική κατάσταση του γένους εμπεριέχει ένα βαθμό αβεβαιότητας, με αποτέλεσμα η κατανομή του στην ανατολική Μεσόγειο να μην είναι ξεκάθαρη (Willemse et al. 2018a).

Υψομετρική προτίμηση: Το είδος συναντάται αποκλειστικά σε παράκτιες περιοχές με αμμοθίνες (Willemse et al. 2018a), όχι παραπάνω από 50m από το επίπεδο της θάλασσας.



Εικόνα 51 Χάρτης κατανομής του είδους *Ochridia pruinosae* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

### 3.4 Τα Ορθόπτερα των δορυφορικών νησιών και νησίδων της Κρήτης

#### 3.4.1 Γαύδος

Μέχρι σήμερα από το νησί της Γαύδου ήταν γνωστά 6 είδη: η ενδημική *Eupholidoptera jacquelinae*, το *Chorthippus biroi*, το *Sphingonotus caeruleus*, το *Poecilimon cf. cretensis*, το *Pyrgomorpha conica* και το *Calliptamus barbarus* (Tilmans 2002, Naturalis Biodiveristy Centre 2005, Willemse et al. 2018a). Η παρούσα εργασία προσθέτει στη λίστα ειδών της Γαύδου άλλα 9 είδη, τα οποία φαίνονται στον Πίνακα 8. Έτσι, η λίστα ειδών της Γαύδου ανανεώνεται σε 15 συνολικά είδη. Η ταξινομική θέση των δειγμάτων *Gryllomorpha cf. cretensis*, *Poecilimon cf. cretensis* και *Troglophilus cf. spinulosus* και η συγγενειά τους με τα ενδημικά της Κρήτης δεν είναι επιβεβαιωμένη, καθώς η βαθύτερη ταξινομική μελέτη τους ξεφευγε από τα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής. Ειδικότερα, τα δείγματα *Poecilimon* φαίνεται πως αποτελούν ένα νέο είδος που δεν έχει περιγραφεί ακόμα (Willemse & Tilmans, προσωπική επικοινωνία).

Πίνακας 8 Νέα λίστα ειδών της Γαύδου. Μπλε χρώμα=Κρητικό ενδημικό είδος, Πράσινο=Αιγαϊκό ενδημικό, Πορτοκαλί=Ενδημικό της Γαύδου, \*=υπό περιγραφή

Όνομα τάξου
<i>Acrotylus patruelis</i>
<i>Anacridium aegyptium</i>
<i>Calliptamus barbarus</i>
<i>Chorthippus biroi</i>
<i>Eupholidoptera jacquelinae</i>
<i>Gryllomorpha cf. cretensis</i>
<i>Gryllus bimaculatus</i>
<i>Oedipoda caerulescens</i>
<i>Paramogoplistes novaki</i>
<i>Platycleis intermedia</i>
* <i>Poecilimon cf. cretensis</i>
<i>Pseudomogoplistes squamiger</i>
<i>Pyrgomorpha conica</i>
<i>Sphingonotus cf. caerulans</i>
<i>Troglophilus cf. spinulosus</i>

### 3.4.2 Δία

Από το νησί ήταν γνωστά στη βιβλιογραφία 4 είδη, τα οποία αναφέρονται για πρώτη φορά από τον Kuthy (1907). Τα είδη αυτά είναι τα *Chorthippus bornhalmi*, *Platycleis intermedia*, *Poecilimon cretensis* και *Pyrgomorpha conica*. Από τότε, δεν υπάρχει στη βιβλιογραφία άλλη αναφορά για την Δία (Willemse & Kruseman 1976, Willemse 1984, Legakis 1990). Η συλλογή του ΜΦΙΚ αυξάνει τον αριθμό των ειδών στο νησί σε 9, προσθέτοντας τα είδη του Πίνακα 9. Αξίζει ιδιαίτερη αναφορά η εύρεση του έως τώρα γνωστού ως κυκλαδίτικο ενδημικό *Rhacocleis insularis*, το οποίο βρέθηκε μόνο στην Δία και σε μία θέση στα παράλια του Βόρειου νομού Ρεθύμνης, και του είδους *Ovaliptila cf. lindbergi* που ως τώρα ήταν γνωστό από σπηλιές της κεντρικής Κρήτης.

Πίνακας 9 Πίνακας παρουσίας των ειδών της Δίας. 1=παρουσία στα δείγματα του ΜΦΙΚ αλλά απουσία από τη βιβλιογραφία, 2=παρουσία στα δείγματα του ΜΦΙΚ και στην υπάρχουσα βιβλιογραφία, \*= παρουσία μόνο στην υπάρχουσα βιβλιογραφία, αλλά απουσία από τα δείγματα του ΜΦΙΚ. Μπλε χρώμα=Κρητικό ενδημικό είδος, Πράσινο=Αιγαϊκό ενδημικό

Είδος	Παρουσία στη Δία
<i>Acheta domesticus</i>	1
<i>Calliptamus barbarus</i>	1
<i>Chorthippus bornhalmi</i>	*
<i>Gryllus bimaculatus</i>	1
<i>Ovaliptila cf. lindbergi</i>	1
<i>Platycleis intermedia</i>	2
<i>Poecilimon cretensis</i>	*
<i>Pyrgomorpha conica</i>	2
<i>Rhacocleis insularis</i>	1



### 3.4.3 Λοιπές νησίδες

Στον Πίνακα 10 φαίνονται τα είδη που βρέθηκαν στις υπόλοιπες δορυφορικές νησίδες της Κρήτης, τόσο στα δείγματα του ΜΦΙΚ όσο και στη βιβλιογραφία (Griffini 1894, Ramme 1927, Willemse & Kruseman 1976).

Πίνακας 10 Πίνακας παρουσίας των ειδών των δορυφορικών νησίδων της Κρήτης (πλην της Γαύδου και της Δίας). 1=παρουσία στα δείγματα του ΜΦΙΚ αλλά απουσία από τη βιβλιογραφία, 2=παρουσία στα δείγματα του ΜΦΙΚ και στην υπάρχουσα βιβλιογραφία, \*=παρουσία μόνο στην υπάρχουσα βιβλιογραφία, αλλά απουσία από τα δείγματα του ΜΦΙΚ. Η ομάδα «Νησίδες Αγίου Νικολάου» περιλαμβάνει τα: Σπιναλόγκα, Άγιοι Πάντες, Κολοκύθα, Μικρονήσι, Κόνιδα. Μπλε χρώμα=Κρητικό ενδημικό

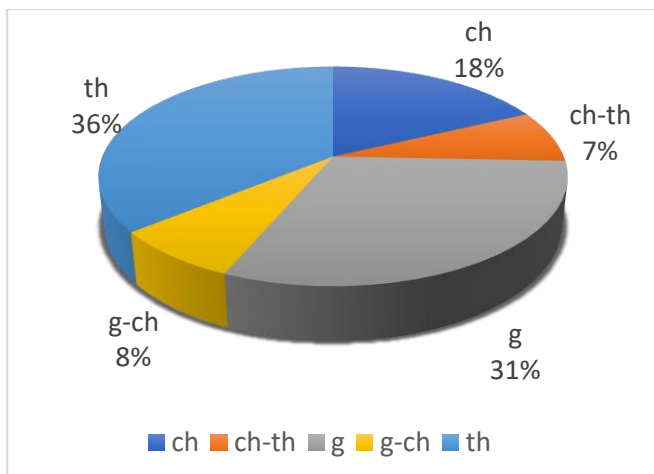
Τάξο	Χρυσή	Διονυσάδες	Ήμερη Γραμβούσα	Κουφονήσια	Νησίδες Αγίου Νικολάου	Παξιμάδι (Κόλπος Μεσσαράς)	Ελάσα	Άγιοι Θεόδωροι	Ψείρα
<i>Acrometopa sp.</i>	0	1	0	1	1	0	0	0	1
<i>Acrotylus insubricus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Acrotylus longipes</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Anacridium aegyptium</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calliptamus barbarus</i>	0	1	0	1	1	1	1	0	0
<i>Calliptamus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Chorthippus sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Decticus albifrons</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Doclostaurus maroccanus</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Eupholidoptera sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Gryllus bimaculatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Oedipoda caeruleascens</i>	0	0	0	0	0	0	0	*	0
<i>Oedipoda sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Platycleis intermedia</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Poecilimon cretensis</i>	0	2	0	1	0	0	*	0	0
<i>Pyrgomorpha conica</i>	1	1	0	1	1	0	0	0	1
<i>Sphingonotus cf. caeruleans</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Tettigonia viridissima</i>	0	*	0	0	1	0	0	0	0
<i>Truxalis nasuta</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	1
<b>Συνολικός αριθμός τάξων ανά συγκρότημα</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

### 3.4 Βιο-μορφές (life-forms) των Ορθοπτέρων της Κρήτης

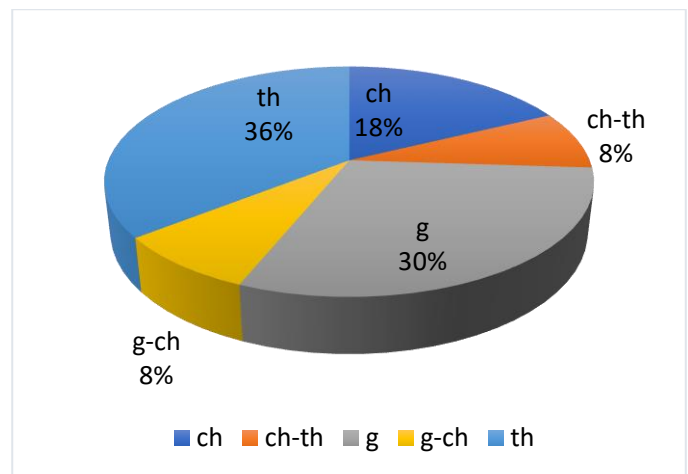
Στο Διάγραμμα 4 φαίνεται το φάσμα των βιο-μορφών των ειδών στην Κρήτη. Τα θαμνοβιόντα (th) και γεωβιόντα (g) είδη φαίνεται να αποτελούν τις μεγαλύτερες ομάδες, με 28 και 24 από τα 78 είδη να ανήκουν στο καθένα αντίστοιχα. Τα χορτοβιόντα ακολουθούν, με ποσοστό 18%. Οι βιομορφές των 73 ειδών που ήταν γνωστά βιβλιογραφικά φαίνονται στο Διάγραμμα 5. Αν εξεταστούν μόνο τα 66 τάξα που εντοπίστηκαν στα δείγματα του ΜΦΙΚ παρατηρούμε πως το φάσμα παραμένει πρακτικά το ίδιο με τα χορτοβιόντα να έχουν ελάχιστα λιγότερα είδη (15%)

(Διάγραμμα 6), δείχνοντας πως οι παγίδες παρεμβολής είναι αρκετά αποτελεσματικές για την ποιοτική περιγραφή όλων των βιοτικών μορφών ενός ενδιαιτήματος.

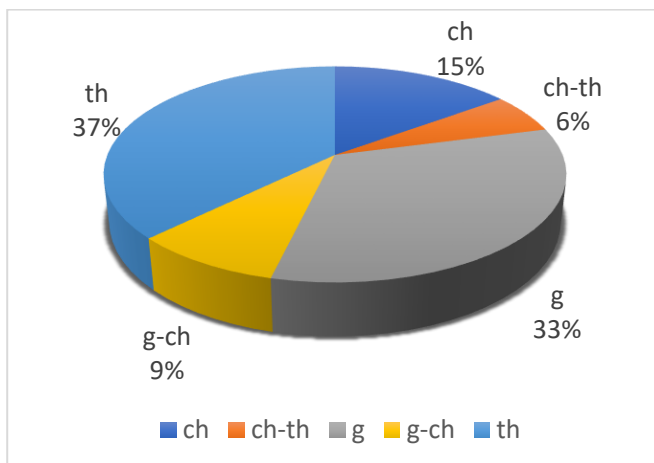
Αν, ωστόσο, χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα δραστηριότητας/αφθονίας που προκύπτουν, η εικόνα μεταβάλλεται δραστικά (Διάγραμμα 7). Τα γεωβιόντα άτομα κυριαρχούν απόλυτα, αποτελώντας το 70% του συνολικού αριθμού ατόμων, αναδεικνύοντας την υπεροχή των παγίδων παρεμβολής στη σύλληψη των βιο-μορφών αυτών. Τα θαμνοβιόντα έρχονται δεύτερα με ποσοστό 29% ενώ τα χορτοβιόντα άτομα μόλις που αγγίζουν το 1% του συνολικού αριθμού ατόμων. Στην ενότητα της συζήτησης θα σχολιαστεί το κατά πόσον αυτά τα νούμερα οφείλονται αποκλειστικά στην απόκλιση του τρόπου δειγματοληψίας και ανάλυσης ή αν υπάρχουν βιολογικά αίτια πίσω από αυτά.



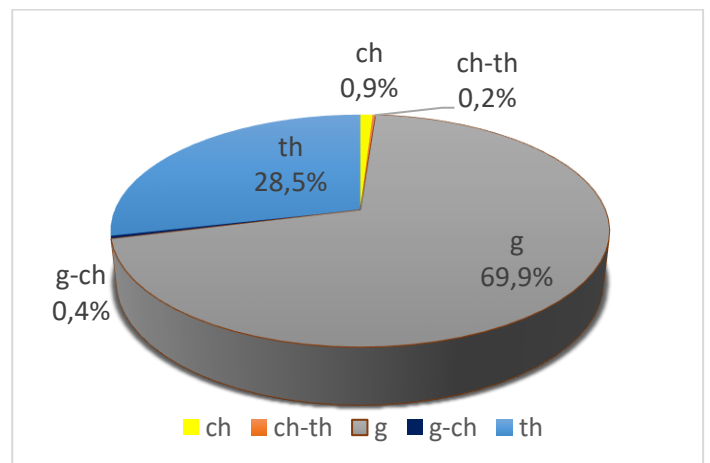
Διάγραμμα 4 Φάσμα βιο-μορφών για τα 78 είδη Ορθοπτέρων της Κρήτης. Για την επεξήγηση των κωδικών βλ Ενότητα 2.5



Διάγραμμα 5 Φάσμα βιο-μορφών για τα 73 είδη Ορθοπτέρων της Κρήτης που αναφέρονται στη βιβλιογραφία. Για την επεξήγηση των κωδικών βλ Ενότητα 2.5



Διάγραμμα 6 Φάσμα βιο-μορφών για τα 66 τάξα Ορθοπτέρων που βρέθηκαν στα δείγματα του ΜΦΙΚ. Για την επεξήγηση των κωδικών βλ Ενότητα 2.5



Διάγραμμα 7 Βιοτικό φάσμα του συνόλου των ατόμων που συλλέχθηκαν και αναγνωρίστηκαν από το ΜΦΙΚ. Για την επεξήγηση των κωδικών βλ Ενότητα 2.5

### 3.4.1 Ικανότητα πτήσης και υποτάξεις

Από τα 78 συνολικά είδη της Κρήτης 51 ανήκουν στα Ensifera και 27 στα Caelifera. Λίγο περισσότερα από τα μισά κρητικά Ορθόπτερα φαίνεται να έχουν ικανότητα πτήσης (55%) ενώ τα υπόλοιπα δεν έχουν (45%). Τα περισσότερα Caelifera (24 από τα 27) έχουν ικανότητα πτήσης, ενώ στα Ensifera επικρατούν τα είδη χωρίς ικανότητα πτήσης (32 από τα 51).

### 3.5 Αναλύσεις χωροτύπων

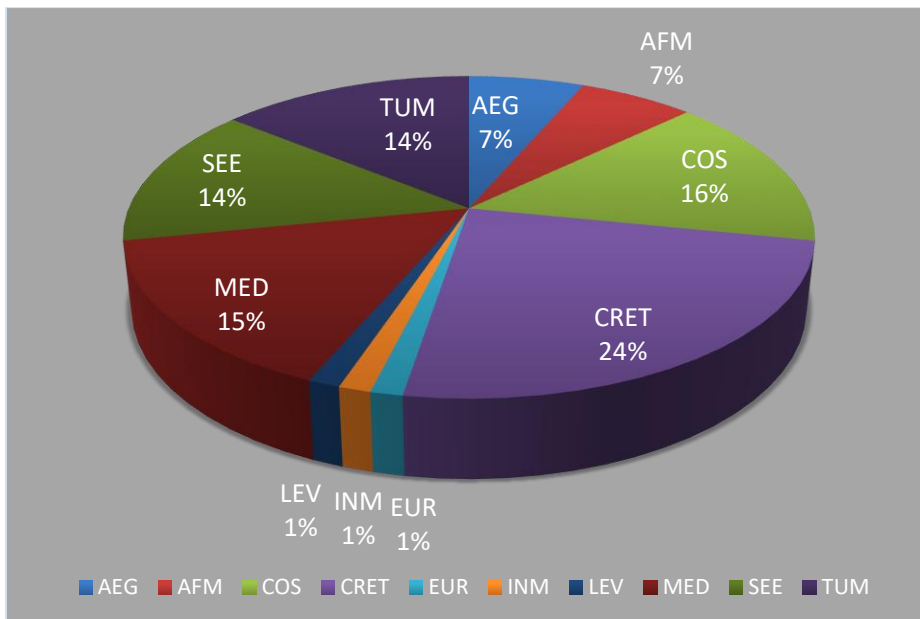
Το ποσοστό συμμετοχής του κάθε χωροτύπου, όπως αυτοί περιγράφονται στην Ενότητα 2.4, στην ορθοπεροπανίδα της Κρήτης φαίνεται στο Διάγραμμα 8. Στον Πίνακα 11 φαίνεται ο ακριβής αριθμός ειδών για τον καθένα. Παρατηρούμε ότι ο χωρότυπος με το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής (24% του συνόλου των ειδών) είναι τα κρητικά ενδημικά είδη, ενώ ακολουθούν τα μεσογειακά (MED) και κοσμοπολίτικα (COS) είδη με ποσοστό 15.5% το καθένα. Επιπλέον, εμφανίζεται ένας μικρός αριθμός αιγαϊκών ενδημικών (AEG, 7%). Ιδιαίτερη περίπτωση αποτελεί το είδος *Tropidopola longicornis*, το οποίο είναι λεβαντίνικο (LEV). Η Κρήτη αποτελεί το μοναδικό μέρος της Ευρώπης όπου συναντάται το είδος (Willemse et al. 2018a).

Αξίζει να σημειωθεί πως η Κρήτη δε μοιράζεται κανένα ελληνικό ενδημικό είδος με την ηπειρωτική Ελλάδα ή άλλα συμπλέγματα νησιών. Όσα είδη δεν περιορίζονται στην Κρήτη και τις Κυκλάδες είναι ευρύτερα εξαπλωμένα στην Ανατολική Μεσόγειο (SEE, 14%), στη Μεσόγειο (MED, 15.5%) ή είναι είδη πολύ ευρέων εξαπλώσεων (αφροτροπικο-μεσογειακά (AFM), κοσμοπολίτικα (COS), τουρανομεσογειακά (TUM) κá.).

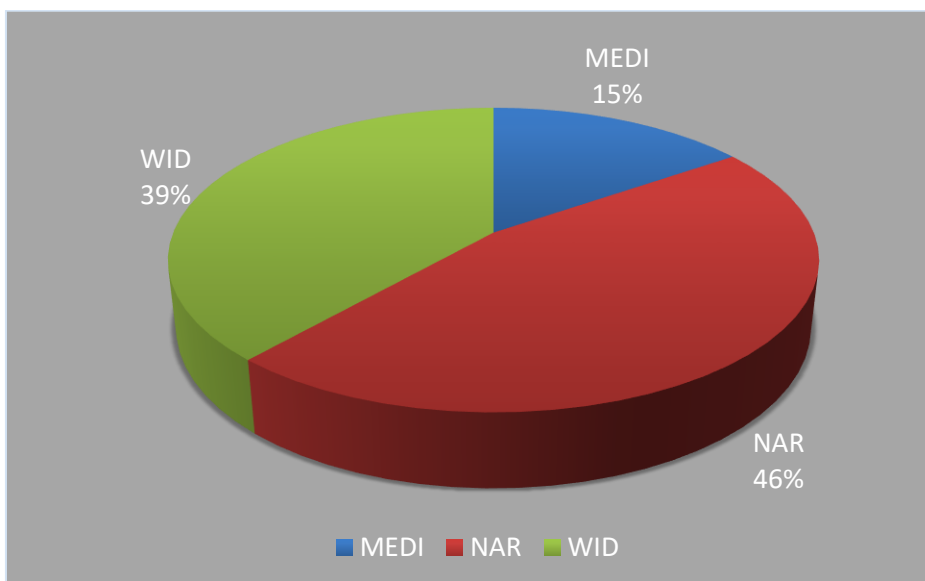
Η ομαδοποίηση των χωροτύπων σε 3 μεγάλες κατηγορίες (ευρείας, μεσογειακής και περιορισμένης εξάπλωσης, βλ. Ενότητα 2.4 για τα κριτήρια ομαδοποίησης) δίνει το Διάγραμμα 9. Από αυτό γίνεται φανερό ότι η συμμετοχή των ειδών περιορισμένης και ευρείας εξάπλωσης στην Κρήτη είναι σχεδόν ισότιμη, με ποσοστά 46% και 39% αντίστοιχα. Τα μεσογειακά είδη αποτελούν τη μικρότερη κατηγορία, με ποσοστό 15%.

Πίνακας 11 Αριθμός ειδών που ανήκουν σε κάθε χωρότυπο. Για τις επεξηγήσεις των κωδικών των χωροτύπων βλ Ενότητα 2.4

Χωρότυπος	Αριθμός ειδών ανά χωρότυπο
AEG	5
AFM	5
COS	12
CRET	19
EUR	1
INM	1
LEV	1
MED	12
SEE	11
TUM	11
<b>Συνολικός αριθμός ειδών</b>	<b>78</b>



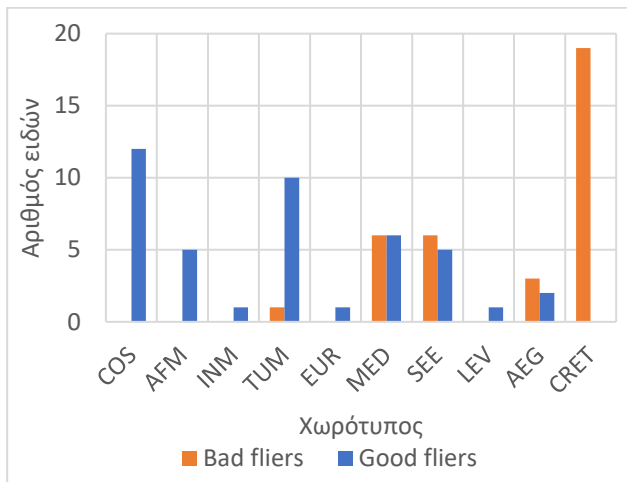
Διάγραμμα 8 Ποσοστό συμμετοχής των 10 χωροτύπων στην ορθοπεροπανίδα της Κρήτης. Για τις επεξηγήσεις των κωδικών των χωροτύπων βλ Ενότητα 2.4



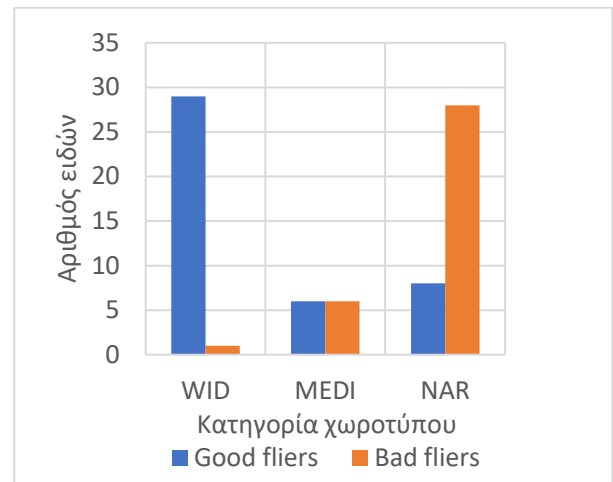
Διάγραμμα 9 Ποσοστό συμμετοχής των κατηγοριών χωροτύπων στην ορθοπεροπανίδα της Κρήτης. WID=ευρείας εξάπλωσης, MEDI=μεσογειακής εξάπλωσης, NAR=περιορισμένης εξάπλωσης. Για τις επεξηγήσεις των ορισμών βλ Ενότητα 2.4

Αν εξεταστεί η ικανότητα πτήσης των ειδών σε κάθε χωρότυπο, γίνεται φανερό ότι η ύπαρξη ή όχι φτερών κατάλληλων για πτήση διαδραματίζει σημαντικότατο ρόλο στην εξάπλωση ενός είδους. Στα Διαγράμματα 10 και 11 βλέπουμε πως τα είδη με χωρότυπους ευρείας εξάπλωσης έχουν σχεδόν όλα (97%) μακριά φτερά και ικανότητα πτήσης, ενώ τα είδη περιορισμένης εξάπλωσης είναι κυρίως άπτερα ή βραχύπτερα (78%). Ενώ στους ευρείς χωροτύπους επικρατεί η μεγάλη ικανότητα πτήσης, στον μεσογειακό η παρουσία των δύο μορφών εξισώνεται, και στις στενές εξαπλώσεις

κυριαρχούν οι μορφές χωρίς ικανότητα πτήσης. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι κανένα από τα 19 κρητικά ενδημικά είδη δεν έχει ικανότητα πτήσης.



Διάγραμμα 10 Αριθμός ειδών με ικανότητα πτήσης (μπλε) και χωρίς (πορτοκαλί) για κάθε χωρότυπο

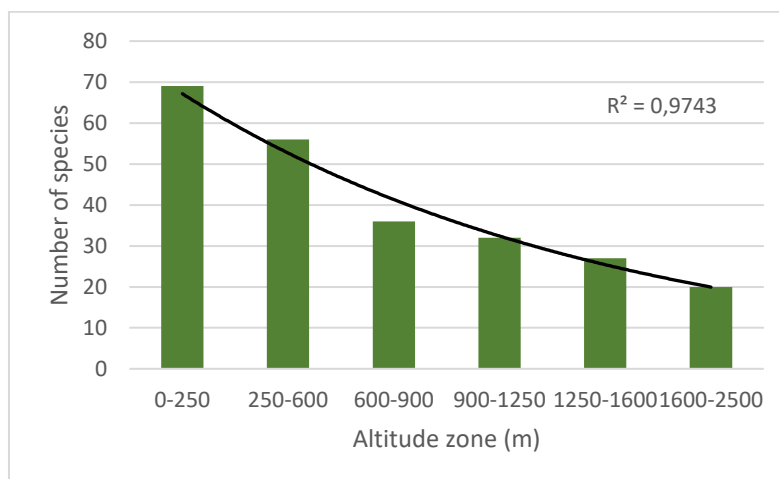


Διάγραμμα 11 Αριθμός ειδών με ικανότητα πτήσης (μπλε) και χωρίς (πορτοκαλί) για κάθε κατηγορία χωροτύπου

### 3.6 Πανιδικές διαφοροποιήσεις κατά μήκος του υψομέτρου

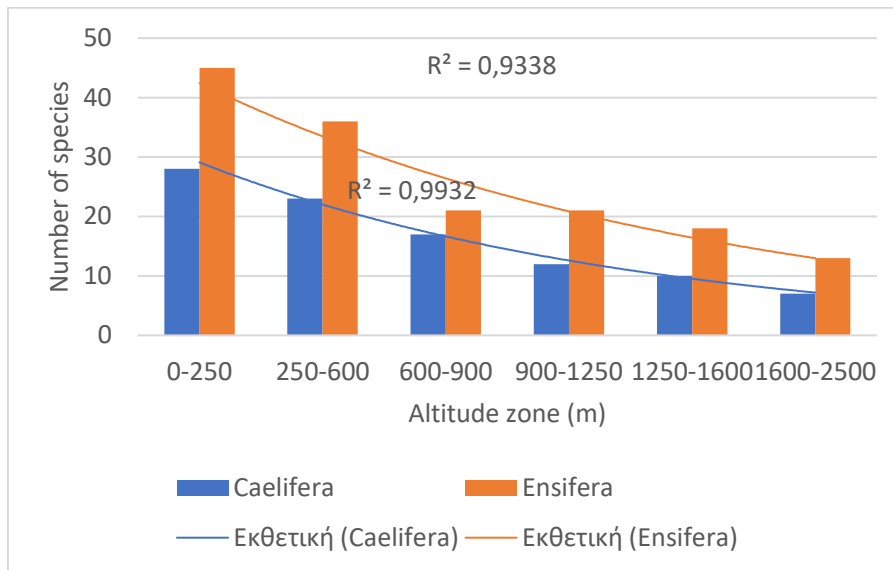
#### 3.6.1 Σχέση αριθμού ειδών-υψομέτρου

Ο αριθμός των ειδών Ορθοπτέρων μειώνεται εκθετικά ( $R^2=0.97$ ) με την αύξηση του υψομέτρου, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 12.



Διάγραμμα 12 Σχέση μεταξύ αριθμού ειδών και υψομετρικής ζώνης. Παρουσιάζεται η εκθετική γραμμή τάσης και ο συντελεστής προσδιορισμού της ( $R^2$ )

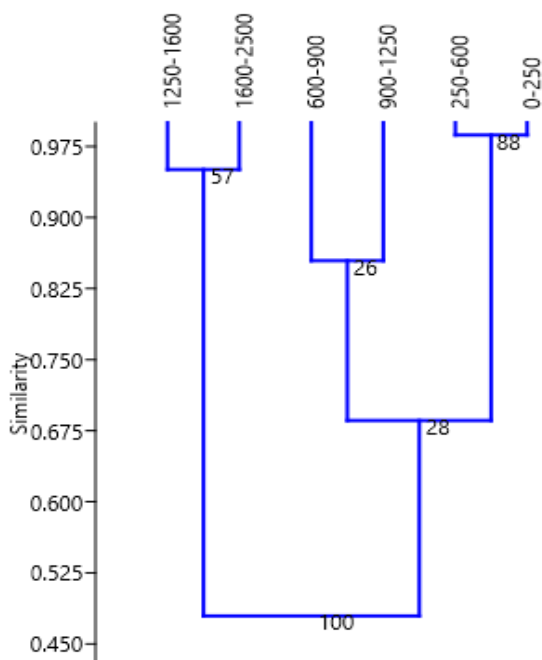
Αν εξεταστούν χωριστά οι δύο υποτάξεις των Ορθοπτέρων παρατηρούμε ότι δεν εμφανίζεται κάποια διαφορά στο πρότυπο αυτό, και οι δύο υποτάξεις μειώνονται εξίσου με το υψόμετρο (Διάγραμμα 13). Φαίνεται πως υπάρχει μεγαλύτερος αριθμός ειδών Ensifera από ότι Caelifera σε όλες τις υψομετρικές ζώνες.



Διάγραμμα 13 Αριθμός ειδών Caelifera και Ensifera σε κάθε υψομετρική ζώνη

### 3.6.2 Ομοιότητες μεταξύ υψομετρικών ζωνών

Οι ομοιότητες μεταξύ των υψομετρικών ζωνών αναζητήθηκαν με μια ανάλυση Cluster, τα αποτελέσματα της οποίας απεικονίστηκαν στο δενδρόγραμμα της Εικόνας 52. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν και τα δύο σετ δεδομένων. Οι ζώνες με βάση αυτή διαχωρίζονται σε 3 ομάδες, σύμφωνα με την παρουσία των ειδών σε αυτές: τα χαμηλά υψόμετρα κάτω των 600m, τα μεσαία/ημιορεινά, μεταξύ 600-1250m, και τα ορεινά (άνω των 1250m).



Εικόνα 52 Δενδρόγραμμα ομοιότητας μεταξύ των υψομετρικών ζωνών (cc=0.65)

Για την καλύτερη κατανόηση της επίδρασης του υψομέτρου στην ορθοπτεροπανίδα χρησιμοποιήθηκε μια ανάλυση ανομοιότητας, η οποία βασίστηκε σε δεδομένα παρουσίας των ειδών σε κάθε υψομετρική ζώνη. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν ως σταθμοί οι κωδικοί FC του μουσείου, συνεπώς χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα δεδομένα του ΜΦΙΚ. Η ανάλυση one-way ANOSIM έδειξε πως η επίδραση του υψομέτρου στην σύσταση των κοινοτήτων είναι στατιστικά σημαντική ( $R=0.031$ , Mean rank within= $1.27E+08$ , Mean rank between= $1.31E+08$  και  $p\text{-value}=0.012<0.05$ ). Στατιστικά σημαντικές κρίθηκαν, πιο συγκεκριμένα, οι διαφορές μεταξύ των υψομετρικών ζωνών 0-250m και 600-900m ( $p\text{-value}=0.006<0.05$ ) και μεταξύ των 900-1250m και 1250-1600m ( $p\text{-value}=0.01<0.05$ ). Επιπλέον, η αλπική ζώνη (1600-2500m) διέφερε σημαντικά από όλες τις υπόλοιπες ( $p\text{-value}=0.0001$  για καθεμία). Τα αποτελέσματα φαίνονται αναλυτικότερα στον Πίνακα 12.

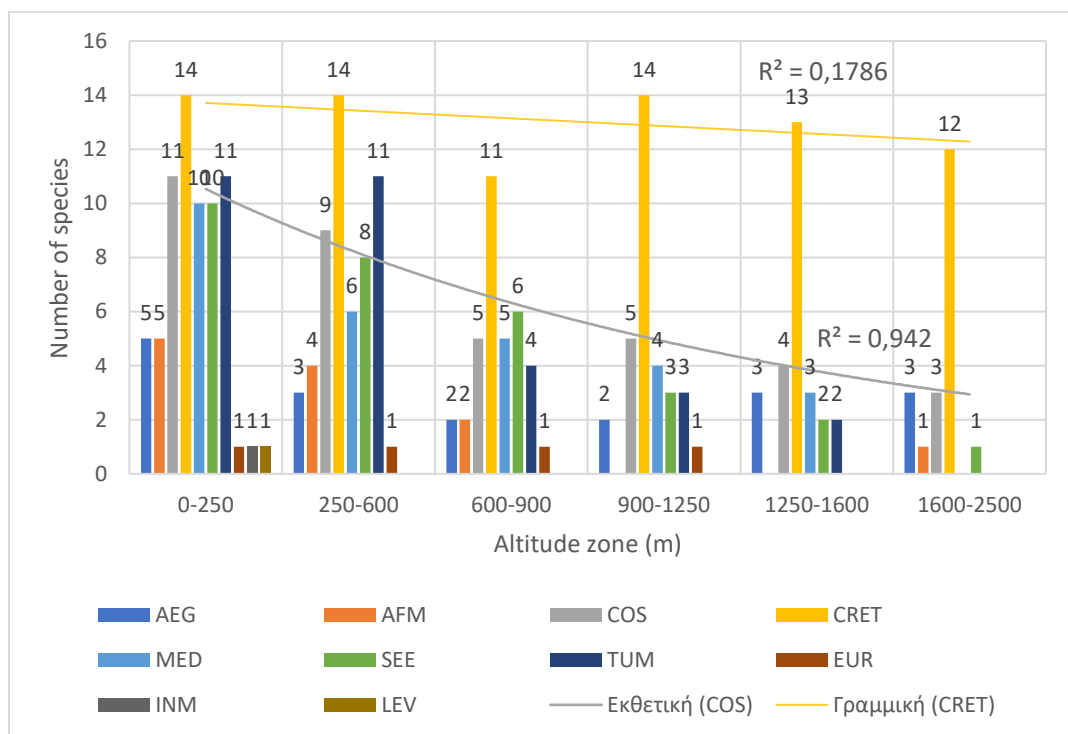
Πίνακας 12 Αποτελέσματα των pair-wise tests της one-way ANOSIM για την ανομοιότητα των διαφορετικών υψομετρικών ζωνών. Ανωθεν της διαγωνίου φαίνονται οι τιμές του επίπεδου σημαντικότητας ( $p\text{-value}$ ). Κάτω από την διαγώνιο σημειώνονται οι τιμές του στατιστικού R. Για το  $p\text{-value}$  ισχύει: \*:  $p<0.05$ , \*\*:  $p<0.01$ , \*\*\*:  $p<0.001$ ). Με κίτρινο σημειώνονται οι ζώνες που παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στη σύστασή τους

Pairwise tests	0-250	250-600	600-900	900-1250	1250-1600	1600-2500
0-250		0,2209	0,005**	0,0832	0,1256	0,0001***
250-600	0,0113		0,3937	0,84	0,8854	0,0001***
600-900	0,053	0,0029		0,6395	0,6626	0,0001***
900-1250	0,0456	-0,0368	-0,013		0,0139*	0,0001***
1250-1600	0,035	-0,0407	-0,01427	0,05545		0,0001***
1600-2500	0,22	0,1697	0,173	0,2659	0,4317	

### 3.6.3 Σχέση μεταξύ υψομέτρου και χωροτύπων των ειδών

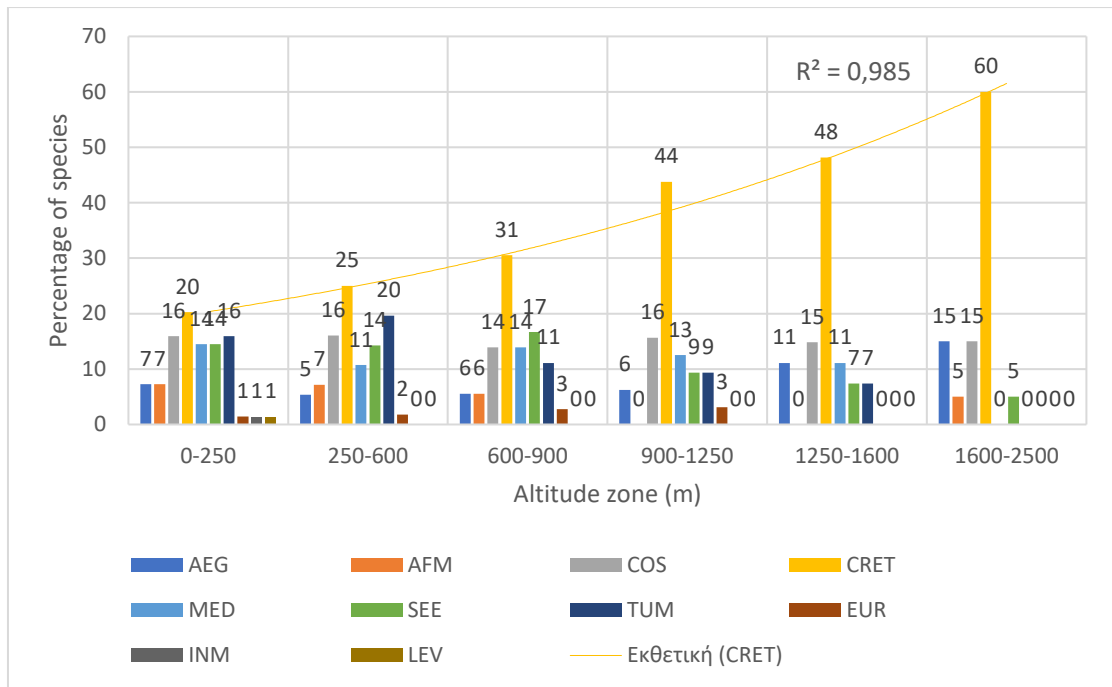
Φαίνεται πως η σύσταση των βιοκοινοτήτων των Ορθοπτέρων όσον αφορά τους χωροτύπους τους μεταβάλλεται με την αύξηση του υψομέτρου, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 14. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρούμε ότι τα κρητικά ενδημικά είδη αποτελούν σε κάθε υψόμετρο τον επικρατή χωρότυπο. Επιπλέον, όσο αυξάνει το υψόμετρο ο αριθμός των κρητικών ενδημικών παραμένει αρκετά σταθερός μεταξύ 11 και 14 ειδών ( $R^2=0.18<0.2$ ). Τα αιγαϊκά ενδημικά δείχνουν παρόμοιο πρότυπο, καθώς η παρουσία τους είναι μικρότερη στα μεσαία υψόμετρα (2 είδη στα 600-1250m) απ' ό τι στα μεγαλύτερα (3 είδη) ( $R^2=0.24$ ). Η συμπεριφορά αυτή είναι διαφορετική από εκείνη των υπόλοιπων χωρότυπων, η αντιπροσωπευτικότητα των οποίων μειώνεται εκθετικά με την αύξηση του υψομέτρου (κοσμοπολίτικα είδη  $R^2=0.94$ , μεσογειακά  $R^2=0.96$ , τουρανομεσογειακά  $R^2=0.93$ ) (Διάγραμμα 14). Το αποτέλεσμα των προτύπων αυτών είναι πως όσο αυξάνει το υψόμετρο, τόσο μεγαλώνει εκθετικά ( $R^2=0.99$ ) το ποσοστό των κρητικών ενδημικών σε κάθε ζώνη, από 20% στα 0-250m σε 60% στα υψόμετρα άνω των 1600m (Διάγραμμα 15). Το ποσοστό των κοσμοπολίτικων ειδών παραμένει, απρόσμενα, σταθερό σε όλες τις ζώνες.

Αυτή η τάση μείωσης των ευρέως εξαπλωμένων ειδών εμφανίζεται ακόμη εντονότερη αν χρησιμοποιηθούν οι ευρύτερες κατηγορίες των χωροτύπων. Στο Διάγραμμα 16 βλέπουμε πως σε υψόμετρα χαμηλότερα των 600m τα είδη στενών και ευρέων εξαπλώσεων καταλαμβάνουν περίπου το ίδιο ποσοστό (43 και 45% τα είδη περιορισμένης εξαπλώσης, 42 και 45% τα ευρείας στα 0-250m και 250-600m αντίστοιχα). Όσο μεγαλώνει το υψόμετρο το ποσοστό των ευρέως εξαπλωμένων ειδών μειώνεται ενώ των στενής αυξάνει, ώσπου πάνω από τα 1600m οι κοινότητες αποτελούνται κατά 80% από είδη περιορισμένης εξαπλώσης και μόλις 20% από ευρείας. Τα μεσογειακά είδη έχουν μια σχετικά σταθερή αντιπροσώπευση σε όλες τις ζώνες μεταξύ 11-14% με εξαίρεση την ζώνη άνω του δασοορίου, από όπου απουσιάζουν.

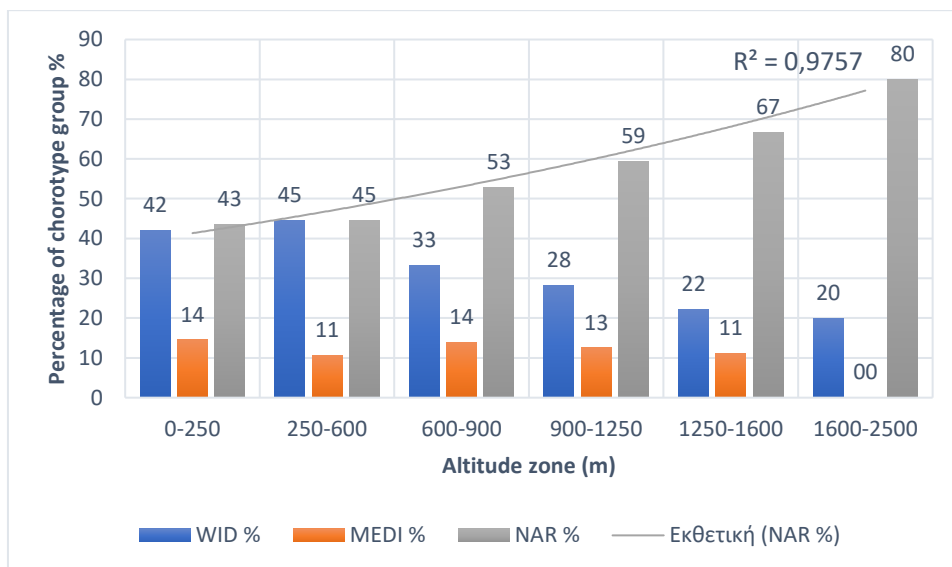


Διάγραμμα 14 Αντιπροσώπευση των 10 χωροτύπων της Κρήτης (σε αριθμό ειδών) ανά υψομετρική ζώνη. Παρουσιάζονται οι γραμμές τάσεις, γραμμικής μορφής για τα κρητικά ενδημικά και εκθετικής για τα κοσμοπολίτικα είδη και ο συντελεστής προσδιορισμού της καθεμίας. Για τις επεξηγήσεις των κωδικών των χωροτύπων βλ Ενότητα 2.4





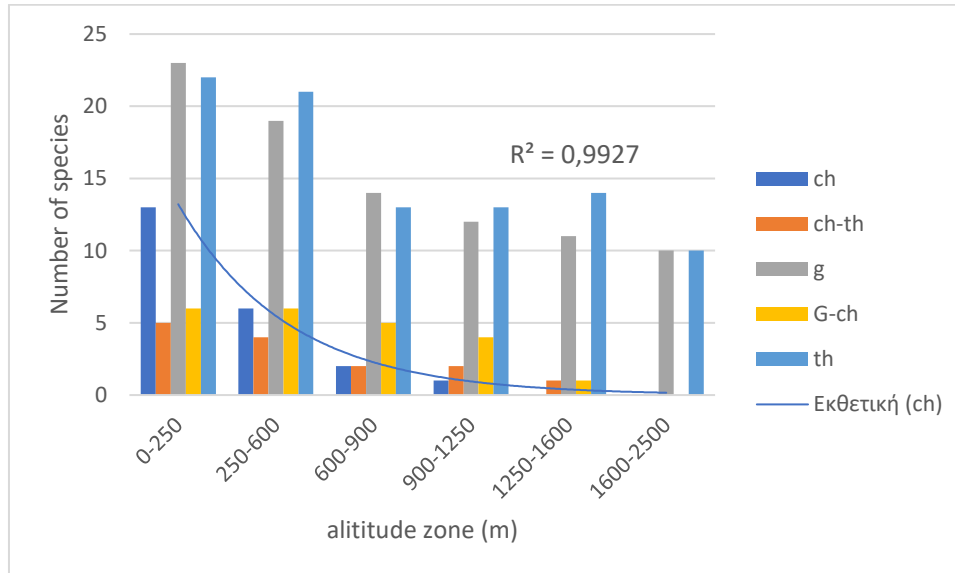
Διάγραμμα 15 Ποσοστό % αντιπροσώπευσης των 10 χωροτύπων της Κρήτης (σε αριθμό ειδών) ανά υψομετρική ζώνη. Παρουσιάζεται η εκθετική γραμμή τάσης και ο συντελεστής προσδιορισμού της για τα κρητικά ενδημικά είδη. Για τις επεξηγήσεις των κωδικών των χωροτύπων βλ. Ενότητα 2.4



Διάγραμμα 16 Ποσοστό % αντιπροσώπευσης των κατηγοριών χωροτύπων της Κρήτης (όπως αυτές ορίζονται στην Ενότητα 2.4) βάσει του αριθμού των ειδών που ανήκουν σε αυτούς ανά υψομετρική ζώνη. WID=ευρείας εξάπλωσης, MEDI=μεσογειακής εξάπλωσης, NAR=περιορισμένης εξάπλωσης. Παρουσιάζεται η εκθετική γραμμή τάσης και ο συντελεστής προσδιορισμού της για τα είδη περιορισμένης εξάπλωσης

### 3.6.4 Σχέση μεταξύ υψομέτρου και βιοτικών μορφών των ειδών

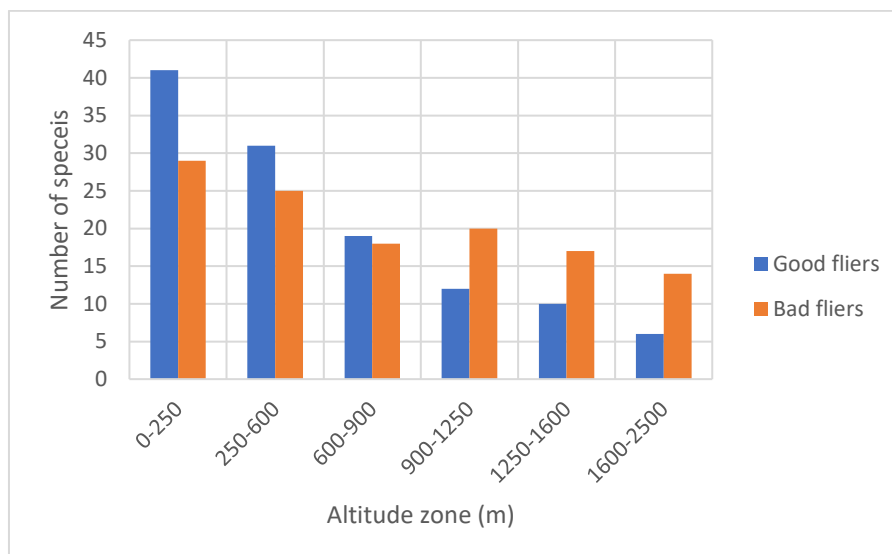
Στο Διάγραμμα 17 γίνεται εμφανές πως ο αριθμός των χορτοβιόντων ειδών μειώνεται εκθετικά με την αύξηση του υψομέτρου ( $R^2=0.99$ ), ενώ μάλιστα άνω των 1.250m απουσιάζουν εντελώς.



Διάγραμμα 17 Αντιπροσώπευση των βιοτικών μορφών των Ορθοπτέρων της Κρήτης (σε αριθμό ειδών) ανά υψομετρική ζώνη. Παρουσιάζεται η εκθετική γραμμή τάσης των χορτοβιόντων ειδών και ο συντελεστής προσδιορισμού της ( $R^2$ ). Για τις επεξηγήσεις των κωδικών των βιοτικών μορφών βλ Ενότητα 2.5

### 3.6.5 Σχέση μεταξύ υψομέτρου και ικανότητας πτήσης των ειδών

Φαίνεται πως με την άνοδο του υψομέτρου τα μακρότερα είδη με ικανότητα πτήσης δίνουν σταδιακά τη θέση τους σε είδη που δεν έχουν την ικανότητα πτήσης (Διάγραμμα 18).



Διάγραμμα 18 Αριθμός ειδών με ικανότητα πτήσης (μπλε) και χωρίς (πορτοκαλί) για κάθε υψομετρική ζώνη

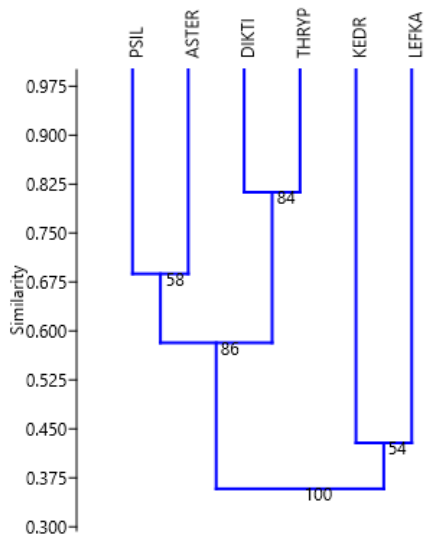
### 3.7 Γεωγραφικά πρότυπα των Ορθοπτέρων της Κρήτης

Πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις στο PAST ώστε να βρεθούν τα γεωγραφικά πρότυπα των ειδών και οι συγγένειες στους άξονες ανατολή-δύση και βορράς-νότος. Αφού δοκιμάστηκε μια ποικιλία μεθόδων συμπεριλαμβανομένων των τετραγώνων UTM, τα πρότυπα όλων των ειδών (πεδινών, ορεινών, παραλιακών κτλ) έδειξαν ένα ασαφές γεωγραφικό πρότυπο που καθοδηγούνταν από το πρότυπο των ορεινών όγκων. Συνεπώς, πραγματοποιήσαμε την ανάλυση ομαδοποίησής μόνο με βάση τα είδη που συναντώνται στους ορεινούς όγκους. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το συνολικό σετ δεδομένων.

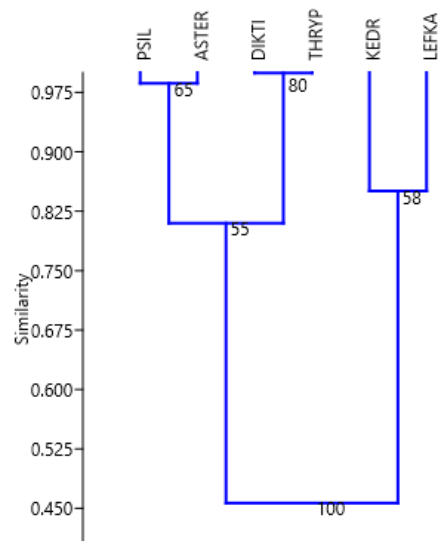
#### 3.7.1 Ομαδοποίηση ορεινών όγκων

Στις Εικόνες 53 και 54 φαίνονται τα δενδρογράμματα των αναλύσεων ομαδοποίησης των ορεινών όγκων της Κρήτης με βάση τους δείκτες ομοιότητας Jaccard και Raup-Crick αντίστοιχα. Τα δενδρογράμματα παράχθηκαν με την κλασική (Classical) μέθοδο, αλγόριθμο τον UPGMA και bootstrap=1000, και διαθέτουν  $cc=0.957$  (Jaccard) και  $cc=0.697$  (Raup-Crick). Οι ομαδοποιήσεις, οι οποίες είναι στατιστικά σημαντικές (bootstrap >50), δείχνουν μια διάκριση ανατολής-δύσης. Οι δύο ορεινοί όγκοι της ανατολικής Κρήτης (Δίκτη και Θρυπή) συνιστούν ένα κλάδο. Έναν δεύτερο αποτελούν ο Ψηλορείτης και τα Αστερούσια, που βρίσκονται στην κεντρική Κρήτη, και τον τρίτο ο Κέδρος, που βρίσκεται νοτιοδυτικά του Ψηλορείτη και πολύ κοντά σε εκείνον, και τα Λευκά Όρη.

Ο Πίνακας 13 παρουσιάζει τα είδη που εμφανίζονται σε κάθε ορεινό όγκο, τις βιομορφές και χωροτύπους τους.



Εικόνα 53 Δενδρόγραμμα ομοιότητας βάσει του δείκτη Jaccard μεταξύ των ορεινών όγκων της Κρήτης, βασισμένο στα δείγματα του ΜΦΙΚ ( $cc=0.957$ ). Οι κωδικοί των ονομάτων επεξηγούνται στην Ενότητα 2.7.1



Εικόνα 54 Δενδρόγραμμα ομοιότητας βάσει του δείκτη Raup-Crick μεταξύ των ορεινών όγκων της Κρήτης, βασισμένο στα δείγματα του ΜΦΙΚ ( $cc=0.697$ ). Οι κωδικοί των ονομάτων επεξηγούνται στην Ενότητα 2.7.1

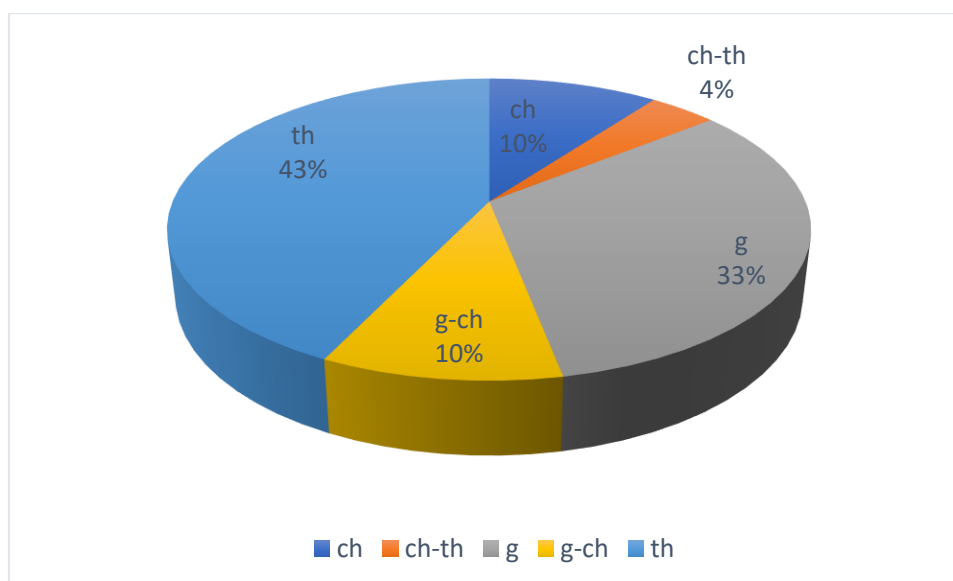
Πίνακας 13 Παρουσία ειδών στους έξι ορεινούς όγκους της Κρήτης, και τα χαρακτηριστικά τους. Για τις περιγραφές των κωδικών βλέπε Ενότητες 2.4 και 2.5. Ισχύει: 0=απουσία, 1=παρουσία. Οι ονομασίες των βουνών εξηγούνται στην Ενότητα 2.7.1

Τάξο	Χωρότυπος	Βιο-μορφή	Ικανότητα πτήσης	LEFKA	KEDR	PSIL	ASTER	DIKTI	THRYP	Άθροισμα
<i>Acrotylus insubricus</i>	AFM	g	Good fliers	0	0	1	0	0	0	1
<i>Acrotylus longipes</i>	MED	g	Good fliers	0	0	0	0	1	0	1
<i>Acrotylus patruelis</i>	AFM	g	Good fliers	0	0	1	0	1	1	3
<i>Aiolopus strepens</i>	MED	g-ch	Good fliers	1	1	1	1	1	1	6
<i>Aiolopus thalassinus</i>	COS	ch	Good fliers	0	0	1	1	1	1	4
<i>Anacridium aegyptium</i>	TUM	th	Good fliers	0	0	1	1	0	0	2
<i>Arachnocephalus vestitus</i>	MED	th	Bad fliers	1	0	1	1	1	1	5
<i>Calliptamus barbarus</i>	COS	g	Good fliers	1	1	1	1	1	1	6
<i>Calliptamus italicus</i>	COS	g-ch	Good fliers	1	1	0	0	0	0	2
<i>Chorthippus biroi</i>	AEG	g	Bad fliers	1	1	1	1	1	1	6
<i>Chorthippus bornhalmi</i>	SEE	ch-th	Good fliers	1	1	1	1	1	1	6
<i>Decticus albifrons</i>	TUM	ch	Good fliers	0	1	0	0	0	0	1
<i>Dociostaurus maroccanus</i>	TUM	g-ch	Good fliers	1	0	1	1	0	0	3
<i>Dolichopoda paraskevi</i>	CRET	g	Bad fliers	0	0	0	0	1	1	2
<i>Eumodicogryllus bordigalensis</i>	SEE	g	Good fliers	0	0	0	1	1	1	3
<i>Eupholidoptera astyla</i>	CRET	th	Bad fliers	0	1	1	1	1	1	5
<i>Eupholidoptera cretica</i>	CRET	th	Bad fliers	1	0	0	0	0	0	1
<i>Eupholidoptera feri</i>	CRET	th	Bad fliers	0	0	0	0	1	0	1
<i>Eupholidoptera forcipata</i>	CRET	th	Bad fliers	0	0	1	0	1	0	2
<i>Eupholidoptera gemellata</i>	CRET	th	Bad fliers	0	0	1	0	0	0	1
<i>Eupholidoptera giuliae</i>	CRET	th	Bad fliers	1	0	0	0	0	0	1

<i>Eupholidoptera latens</i>	CRET	th	Bad fliers	1	0	0	0	0	0	1
<i>Eupholidoptera mariannae</i>	CRET	th	Bad fliers	0	0	0	0	1	1	2
<i>Eupholidoptera pallipes</i>	CRET	th	Bad fliers	1	0	0	0	0	0	1
<i>Gryllomorpha cretensis</i>	CRET	g	Bad fliers	1	1	1	1	1	1	6
<i>Gryllus bimaculatus</i>	COS	g	Good fliers	0	0	1	1	1	1	4
<i>Incertana incerta</i>	SEE	th	Bad fliers	1	1	0	0	0	0	2
<i>Myrmecophilus myrmecophilus</i>	MED	g	Bad fliers	0	0	1	0	1	0	2
<i>Oecanthus pellucens</i>	EUR	ch-th	Good fliers	1	0	0	0	0	0	1
<i>Oedipoda caerulescens</i>	COS	g	Good fliers	1	1	1	1	1	1	6
<i>Oedipoda venusta</i>	AEG	g	Good fliers	1	0	1	1	1	1	5
<i>Orchamus raulinii</i>	CRET	th	Bad fliers	1	0	1	0	1	1	4
<i>Ovaliptila lindbergi</i>	CRET	g	Bad fliers	1	0	1	1	1	1	5
<i>Paramogoplistes novaki</i>	SEE	g	Bad fliers	1	1	1	1	1	0	5
<i>Paratettix meridionalis</i>	TUM	ch	Good fliers	0	0	1	0	0	0	1
<i>Pezotettix giornae</i>	MED	g-ch	Bad fliers	1	1	0	0	1	1	4
<i>Phaneroptera nana</i>	MED	th	Good fliers	0	1	0	0	0	0	1
<i>Platycleis albopunctata cretica</i>	CRET	th	Bad fliers	1	1	1	0	1	0	4
<i>Platycleis intermedia</i>	TUM	th	Good fliers	1	1	1	1	0	1	5
<i>Poecilimon cretensis</i>	CRET	th	Bad fliers	1	0	1	1	1	1	5
<i>Pyrgomorpha conica</i>	AFM	ch	Good fliers	0	0	1	1	0	0	2
<i>Rhacocleis derrai</i>	CRET	th	Bad fliers	0	0	1	1	1	1	4
<i>Rhacocleis germanica</i>	SEE	th	Bad fliers	1	1	1	1	1	1	6
<i>Sphingonotus cf. caerulans</i>	COS	g	Good fliers	1	0	1	1	1	1	5
<i>Tettigonia viridissima</i>	COS	th	Good fliers	1	0	0	1	0	0	2

<i>Troglophilus spinulosus</i>	CRET	g	Bad fliers	1	0	1	1	1	1	5
<i>Truxalis nasuta</i>	MED	g-ch	Good fliers	0	0	0	1	1	1	3
<i>Tylopsis lilifolia</i>	TUM	ch	Good fliers	1	1	1	0	0	0	3
<i>Uromenus elegans</i>	SEE	th	Bad fliers	1	0	1	1	1	0	4
<b>Συνολικός αριθμός ειδών ανά ορεινό όγκο</b>	-	-	-	<b>29</b>	<b>17</b>	<b>32</b>	<b>26</b>	<b>31</b>	<b>25</b>	-

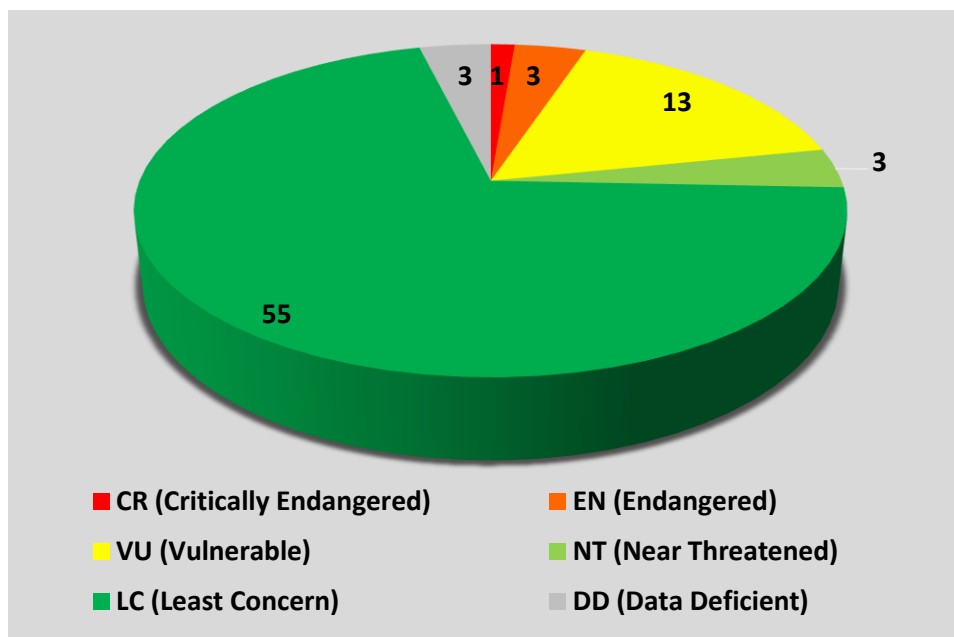
Μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση είναι πως τα μισά από τα είδη που συναντώνται γενικά στους ορεινούς όγκους (25 είδη) είναι είδη χωρίς ικανότητα πτήσης, και τα άλλα μισά (24 είδη) ικανοί πτήτες. Το 40% αυτών είναι κρητικά (CRET) και αιγαιακά (AEG) ενδημικά, ενώ το υπόλοιπο 60% αποτελείται από είδη ευρύτερων εξαπλώσεων. Τέλος, οι βιοτικές μορφές που επικρατούν είναι τα θαμνοβιόντα (43%), γεωβιόντα (33%) και γεω-χορτοβιόντα (10%) (Διάγραμμα 19). Συγκριτικά με το βιοτικό φάσμα της Κρήτης, παρατηρούμε ότι η παρουσία των χορτοβιόντων ειδών είναι πιο περιορισμένη (10% έναντι 18% στο σύνολο του νησιού).



Διάγραμμα 19 Βιοτικές μορφές που συναντώνται στους πέντε ορεινούς όγκους της Κρήτης

### 3.8 Κατηγορίες κινδύνου για τα είδη της Κρήτης

Στην Εικόνα 55 παρουσιάζονται οι κατηγορίες κινδύνου της IUCN στις οποίες ανήκουν τα 78 είδη Ορθοπτέρων της Κρήτης. Τα περισσότερα είδη (55) ανήκουν στην κατηγορία ελάχιστης ανησυχίας. Ως «απειλούμενα» χαρακτηρίζονται 17 είδη, με ένα από αυτά, την *E. feri*, να είναι κρισίμως κινδυνεύον. Τα υπόλοιπα είδη *Eupholidoptera* κατατάσσονται ως «τρωτά» με εξαίρεση την *E. astyla*, που είναι «κινδυνεύουσα», και την *E. smyrnensis* που ανήκει στα είδη «ελάχιστης ανησυχίας». Από τα υπόλοιπα κρητικά ενδημικά ως «τρωτά» χαρακτηρίζονται τα *Orchamus raulinii* και *Rhacocleis derrai*, η *Dolichopoda paraskevi* ως «σχεδόν απειλούμενη», ενώ τα υπόλοιπα είναι «ελάχιστης ανησυχίας» ή «ανεπαρκώς γνωστά».



Εικόνα 55 Αριθμός ειδών σε κάθε κατηγορία κινδύνου της IUCN

## 4. Συζήτηση

Η παρούσα εργασία οδήγησε στον εμπλουτισμό της υπάρχουσας γνώσης για την βιογεωγραφία και κατανομή των Ορθοπτέρων της Κρήτης και συνεισέφερε στην επιβεβαίωση ή/και αναθεώρηση των συμπερασμάτων που είχαν εξαχθεί από προηγούμενες μελέτες.

### 4.1 Η συμβολή του ΜΦΙΚ και η αξία των παγίδων παρεμβολής στην μελέτη των Ορθοπτέρων στην Κρήτη

Προηγούμενες δειγματοληπτικές προσπάθειες για την συλλογή Ορθοπτέρων στην Κρήτη είχαν επικεντρωθεί στην Κεντρική και Δυτική Κρήτη και είχαν πραγματοποιηθεί με κλασσικές ορθοπτερολογικές μεθόδους (συλλογή με το χέρι και με εντομολογικό δίχτυ). Η παρούσα εργασία συμπληρώνει την γνώση σε περιοχές όπου δεν είχε δοθεί έμφαση στο παρελθόν, όπως η ανατολική Κρήτη, τα Αστερούσια και οι δορυφορικές νησίδες. Η χρήση των παγίδων παρεμβολής αποτέλεσε σημαντικό πλεονέκτημα, προσφέροντας πολλά νέα δεδομένα για την σύσταση των κοινοτήτων των Ορθοπτέρων.

#### 4.1.1 Σύγκριση ειδών που εντοπίστηκαν βιβλιογραφικά με τα δείγματα του ΜΦΙΚ

Ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών στην Κρήτη συναντάται στις πεδινές περιοχές της, ιδιαίτερα στα κεντρικά και δυτικά τμήματα του νησιού, ιδιαίτερα στο νομό Ηρακλείου. Ο νομός Λασιθίου φαίνεται πως έχει πιο φτωχή πανίδα από τους υπόλοιπους νομούς, γεγονός που θα μπορούσε να οφείλεται στην έντονη ξηρασία του σε σχέση με το υπόλοιπο νησί (Rackham & Moody 1996, Vogiatzakis & Rackham 2008).

Οι πεδινές περιοχές, ιδιαίτερα ο νομός Χανίων, είναι αρκετά υποεκπροσωπημένες στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κυρίως λόγω της χαμηλής δειγματοληπτικής προσπάθειας (Εικόνα 11). Μια δεύτερη πιθανή αιτία του χαμηλού αριθμού ειδών στα δείγματα του ΜΦΙΚ (βρέθηκε λίγο πάνω από το 50% των γνωστών από την περιοχή ειδών – Διάγραμμα 1) πιθανόν σχετίζεται με την μορφή της βλάστησης. Τα πεδινά του νομού Χανίων είναι πιο υγρά από την υπόλοιπη Κρήτη, με ψηλότερη και πυκνότερη βλάστηση (Rackham & Moody 1996, Vogiatzakis & Rackham 2008). Καθώς η αποτελεσματικότητα των παγίδων παρεμβολής μειώνεται με την αύξηση του ύψους της βλάστησης (Nagy et al. 2007, Schirmel et al. 2010), είναι πιθανό ο μικρότερος αριθμός ειδών να οφείλεται εν μέρει σε αυτό το φαινόμενο. Εξάιρεση αποτέλεσε η χερσόνησος της Γραμβούσας, όπου ο αριθμός των δειγματοληψιών του ΜΦΙΚ ήταν αρκετά μεγάλος και η βλάστηση είναι χαμηλή, και ο αριθμός γνωστών ειδών τριπλασιάστηκε.

Αντίθετα, τα δείγματα του ΜΦΙΚ αντιπροσώπευαν ικανοποιητικά την πανίδα της ανατολικής Κρήτης. Βιβλιογραφικά η ανατολική και νοτιοανατολική Κρήτη είχαν δεχτεί μικρότερη δειγματοληπτική προσπάθεια, όπως φαίνεται και στις Εικόνες Εικόνα 6/Εικόνα 7. Τα δείγματα του ΜΦΙΚ φαίνεται πως κάλυψαν αυτό το κενό στη γνώση μας, με αρκετά μεγάλο αριθμό δειγματοληπτικών προσπαθειών στις περιοχές εκείνες



(Εικόνα 11) και πιθανά υψηλότερη αποτελεσματικότητα των παγίδων παρεμβολής λόγω της χαμηλότερης βλάστησης (Nagy et al. 2007, Schirmel et al. 2010). Έτσι, έδωσαν ισάριθμα είδη με εκείνα που αναφέρονται βιβλιογραφικά. Σε ορισμένες περιοχές μάλιστα πρόσθεσαν έναν σημαντικό αριθμό ειδών που δεν ήταν γνωστά από την ανατολική Κρήτη (πχ *Rhacocleis germanica*). Ιδιαίτερη αναφορά αξίζουν οι περιοχές του ανατολικού-νοτιοανατολικού Λασιθίου (E-LAS) και των Αστερουσίων (ASTER), όπου ο αριθμός των γνωστών ειδών σχεδόν διπλασιάστηκε και τριπλασιάστηκε, αντίστοιχα (Διάγραμμα 1).

Έτσι, βλέπουμε πως τα δεδομένα από τις δύο πηγές αλληλοσυμπληρώνονται, δίνοντας μια πληρέστερη εικόνα τις ορθοπτεροπανίδας της Κρήτης.

#### 4.1.2 Παγίδες παρεμβολής στη μελέτη των Ορθοπτέρων

Τα δεδομένα των προηγούμενων χρόνων εξαιτίας των μεθόδων δειγματοληψίας που χρησιμοποιούνταν (συλλογή με το χέρι), υποεκπροσωπούσαν σημαντικά τα γεωβιόντα είδη. Η γνώση πολλών γεωβιόντων ειδών (και ιδιαίτερα των Grylloidea) είναι φτωχή στην Ελλάδα και στην Κρήτη (Alexiou et al. 2017b, Willemse et al. 2018a), καθώς τα είδη αυτά δε συλλέγονται συχνά και οι κατανομές τους δεν είναι καλά γνωστές κυρίως λόγω του κρυπτικού τρόπου ζωής τους (Alexiou et al. 2017b).

Εντυπωσιακή είναι η απόδοση των παγίδων όσον αφορά την εκπροσώπηση των βιομορφών των Ορθοπτέρων. Στα δείγματα του ΜΦΙΚ αντιπροσωπεύτηκαν ποιοτικά όλες οι βιο-μορφές σε ποσοστά ίδια με εκείνα που είχαν συλλεχθεί με το χέρι (Διαγράμματα 4, 5, 6), αποτέλεσμα που συνάδει με εκείνο των Nagy et al. (2007). Το γεγονός αυτό μπορεί να είναι αποτέλεσμα δύο γεγονότων. Το πρώτο είναι πως οι παγίδες παρεμβολής είναι πράγματι αποτελεσματικές για την ποιοτική περιγραφή όλων των βιομορφών ενός βιοτόπου, όπως έχει αναφερθεί και από τους Ingrisch & Köhler (1998), Nagy et al. (2007), Rada (2017). Το δεύτερο είναι η χρήση και των συμπληρωματικών δειγματοληπτικών μεθόδων που εφαρμόζονταν. Αν και το ποσοστό τους είναι πολύ μικρό στο σύνολο των δειγμάτων (10-12%), είναι πιθανό να εξισορρόπησαν την παρουσία ορισμένων χορτοβιόντων και μακρόπτερων ειδών που δεν συλλαμβάνονται από τις παγίδες.

Οι Nagy et al. (2007) παρατήρησαν, όπως και η παρούσα εργασία, ότι ποιοτικά το ποσοστό των βιομορφών δεν διέφερε στους διάφορους τρόπους δειγματοληψίας, αν και οι παγίδες παρεμβολής υπερεκτιμούσαν τα σχισμοβιόντα είδη. Σημειώνουν, ωστόσο, ότι η μέθοδος δεν είναι τόσο αποτελεσματική όσο οι κλασσικές μέθοδοι εκτός κι αν η μελέτη εστιάζει σε εδαφόβια είδη. Τελικά καταλήγουν πως η ιδανική προσέγγιση είναι ο συνδυασμός της συλλογής με το χέρι, της σύλληψης με δίχτυ και με το χέρι, καθώς οι μέθοδοι αλληλοσυμπληρώνονται (Nagy et al. 2007).

Η εργασία του Rada (2017) για 3 μήνες σε λιβάδι της Τσεχίας έδειξε ότι παγίδες μεγάλης διαμέτρου είναι εξίσου αποτελεσματικές με την σύλληψη με δίχτυ ακόμη και για ιπτάμενα είδη, και αποτελεί μια καλή εναλλακτική.

Αντίθετα, οι Gardiner et al. (2005) σε μια ανασκόπηση των μεθόδων δειγματοληψίας Ορθοπτέρων σημειώνουν πως η χρήση τους θα πρέπει να αποφεύγεται ακόμη και σε χαμηλή βλάστηση καθώς η απόδοσή τους χρειάζεται περισσότερη

μελέτη, αν και έχει βρεθεί αποτελεσματική για τη σύλληψη Grylloidea (Sperber et al. 2001, 2003).

Σε μια μελέτη σε παράκτιους θαμνώνες στη Βαλτική διάρκειας 6 μηνών οι Schirmel et al. (2010) παρατήρησαν πως οι παγίδες παρεμβολής είχαν υψηλή απόδοση σε περιοχές με χαμηλή αραιή βλάστηση, αλλά ήταν ανεπαρκείς για περιοχές με ψηλή. Αυτό μπορεί να επηρεαζόταν άμεσα από τις διαφορετικές βιομορφές στους διαφορετικούς τύπους βλάστησης, καθώς στην αραιή βλάστηση κυριαρχούσαν γεωβιόντα είδη. Τα ποσοστά βιομορφών διέφεραν μεταξύ της κλασσικής μεθόδου και των παγίδων όσον αφορά τις αφθονίες, με το 80% των ατόμων από τις παγίδες να είναι γεωβιόντα, ενώ η κλασσική μέθοδος έδωσε ποσοστό μόλις 37%, και μόλις 8% χορτοβιόντα έναντι του 34% της κλασσικής μεθόδου, μαρτυρώντας την έμφαση στα γεωβιόντα είδη των ποσοτικών δεδομένων των παγίδων που παρατηρήθηκε και στην παρούσα εργασία. Έτσι, είναι πιθανό η μεγάλη αποτελεσματικότητα των παγίδων στην Κρήτη να οφείλεται στο ότι η πλειονότητα των ειδών της Κρήτης είναι γεω- και θαμνοβιόντα, και σχεδόν τα μισά είδη της δεν πετούν.

Τα αποτελέσματά μας, συμπερασματικά, μοιάζουν να συμφωνούν με τους Ingrisch & Köhler (1998), Nagy et al. (2007), Schirmel et al. (2010), Rada (2017), που υποστήριζαν ότι οι παγίδες παρεμβολής είναι αποτελεσματικές για ποιοτικές μελέτες, ιδίως αν η βλάστηση είναι χαμηλή.

Η χρήση των δεδομένων αφθονίας για τα δεδομένα του ΜΦΚ μεταβάλλει δραστικά την εικόνα των κοινοτήτων της Κρήτης, και η απόλυτη κυριαρχία των γεωβιόντων και θαμνοβιόντων ειδών εγείρει ερωτήματα. Είναι άραγε αποκλειστικά αποτέλεσμα της δειγματοληπτικής μεθόδου, μαρτυρώντας με αυτό τον τρόπο ότι οι παγίδες είναι ακατάλληλες για ποσοτικές μελέτες, ή μήπως αυτή είναι η πραγματική εικόνα των οικοσυστημάτων στην Κρήτη, και τα γεωβιόντα και θαμνοβιόντα είδη έχουν πράγματι μεγαλύτερους πληθυσμούς από τα χορτοβιόντα; Ας εξετάσουμε μερικές αιτίες και τους παράγοντες που πιθανώς έχουν επιδράσει σε αυτό το αποτέλεσμα, συμπληρωματικές εκείνων αναφέρθηκαν παραπάνω.

- Οι Szinwelski et al. (2013) αναφέρουν ότι οι νύμφες των χορτοβιόντων ειδών είναι ευκολότερο να συλληφθούν στις παγίδες από τα ενήλικα, εικόνα που παρατηρήσαμε κι εμείς. Καθώς οι περισσότερες νύμφες δεν μπορούσαν να αναγνωριστούν σε επίπεδο είδους αφαιρέθηκαν από την ανάλυση, απομακρύνοντας πιθανώς σημαντικό μέρος της αφθονίας των χορτοβιόντων ειδών.
- Έχει παρατηρηθεί πως η μυρωδιά των παγίδων και των νεκρών οργανισμών μπορεί να αποτελεί προσελκυστικό μέσο για πολλά γεωβιόντα και θαμνοβιόντα είδη, τα οποία είναι συχνά παμφάγα, υπερεκτιμώντας τελικά τους πληθυσμούς τους (Szinwelski et al. 2013). Τα περισσότερα χορτοβιόντα είδη είναι φυτοφάγα, επομένως δεν προσελκύονται από τις παγίδες (Bidau 2014).
- Οι οικότοποι της Κρήτης ίσως είναι καταλληλότεροι για γεωβιόντα και θαμνοβιόντα είδη λόγω της απουσίας λιβαδιών και της επικράτησης των φρυγάνων και των μακί. Χορτοβιόντα είδη αναγκαστικά περιορίζονται σε λίγες θέσεις με πυκνή βλάστηση ποωδών φυτών, η οποία δεν είναι τόσο κοινή

(Rackham & Moody 1996, Sarris et al. 2005, Vogiatzakis & Rackham 2008). Έτσι, οι πληθυσμοί τους, αν και υπάρχουν, είναι περιορισμένοι και αποτελούνται από λίγα άτομα.

- Έχει παρατηρηθεί (Τριχάς 1996) πως στην Κρήτη πολλά ενδημικά είδη είναι πολύ κοινά και άφθονα, πρότυπο που έγινε εμφανές και στην παρούσα εργασία. Καθώς πολλά από τα γεωβιόντα είδη είναι ενδημικά, είναι πιθανόν η ενδημικότητά τους να είναι η αιτία της αυξημένης αντιπροσώπευσής τους στις παγίδες. Για περισσότερες πληροφορίες, βλέπε Ενότητα 4.2.2.

Σε κάθε περίπτωση, εκτός από την κάλυψη περιοχών που δεν είχαν δεχθεί δειγματοληπτική προσπάθεια στο παρελθόν, οι δειγματοληψίες του ΜΦΙΚ με παγίδες εμπλούτισαν τις γνώσεις μας για γεωβιόντα είδη τα οποία ήταν ελάχιστα γνωστά μέχρι σήμερα (*Gryllomorpha cretensis*, *Paramogoplistes novaki*, *Pteronemobius heydenii*, *Ovaliptila lindbergi*, *Dolichopoda*, *Troglophilus*).

Επιπλέον οφέλη που είχε η χρήση των παγίδων παρεμβολής και ζύμωσης για την μελέτη της ορθοπτεροπανίδας είναι τα εξής:

- Απέδειξαν ότι είδη που θεωρούνταν σπάνια είναι κοινότερα στο νησί
- Εντόπισαν σπάνια και απειλούμενα είδη που προηγούμενες δειγματοληψίες με το χέρι δεν κατόρθωναν να εντοπίσουν. Ιδιαίτερα οι παγίδες ζύμωσης ήταν πολύ αποτελεσματικές για την σύλληψη των *Eupholidoptera*, *Troglophilus* και *Dolichopoda*.
- Εντόπισαν μικροσκοπικά και κρυπτικά είδη που δεν είχαν βρεθεί ξανά στο νησί ή είχαν βρεθεί μόνο σε σπήλαια (*Natula averni*, *Paramogoplistes novaki*, *Pteronemobius heydenii*, *Ovaliptila lindbergi*) (Odé et al. 2011, Willemse et al. 2018a).
- Έδειξαν πως τα δείγματα Ορθοπτέρων που αποτελούν bycatches άλλων ερευνών μπορούν να προσφέρουν σημαντική πληροφορία στη μελέτη τους, όπως ανέφεραν και οι Buchholz et al. (2011).

#### 4.1.3 Είδη απόντα από τη συλλογή του ΜΦΙΚ

Όσον αφορά τα 11 είδη που αναφέρονται στη βιβλιογραφία για την Κρήτη αλλά δεν βρέθηκαν στα δείγματα του ΜΦΙΚ, παρατηρούμε ότι 8 από τα 11 είδη είναι μακρόπτερα κι έχουν ικανότητα πτήσης, ενώ διαβιούν κατά κύριο λόγο σε χόρτα και θάμνους. Η απουσία ορισμένων από αυτούς από τα δείγματα μπορεί να αποδοθεί στην μειωμένη αποτελεσματικότητα των παγίδων παρεμβολής για ιπτάμενους οργανισμούς ή/και οργανισμούς που δεν περνούν πολύ χρόνο στην επιφάνεια του εδάφους (βλ Ενότητα 4.1.2). Επιπλέον, για κανένα από αυτά δεν υπάρχει μεγάλος αριθμός αναφορών στην Κρήτη. Ο συνδυασμός της σπανιότητας και των βιολογικών/οικολογικών χαρακτηριστικών τους οδήγησε στην απουσία τους από τα δείγματα. Το είδος *Myrmecophilus ochraceus* είναι κλεπτοπαρασιτικό σε φωλιές μυρμηγκιών, οπότε η απουσία του από τα δείγματά μας δεν προκαλεί εντύπωση, ενώ η *E. feri* έχει αναφερθεί από μία μοναδική τοποθεσία στο οροπέδιο Καθαρό. Τρία θηλυκά άτομα *Eupholidoptera* που βρέθηκαν κοντά στην type locality της *E. feri* δεν μπόρεσαν να αναγνωριστούν με ασφάλεια ως τέτοια.

## 4.2 Πρότυπα ενδημισμού

### 4.2.1 Ο ενδημισμός των Ορθοπτέρων στα νησιά της Μεσογείου

Η Κρήτη διαθέτει μεγάλο αριθμό κρητικών ενδημικών ειδών (24% του συνόλου των ειδών), ποσοστό μεγαλύτερο από ομάδες όπως τα σαπροξυλικά κολεόπτερα που έχουν ποσοστό 14% (Μπολανάκης 2019), τα αραχνίδια Gnaphosidae (17%) (Χατζάκη 2003) και τα υμενόπτερα *Temnothorax* (13%) (Salata et al. 2018).

Η Κύπρος διαθέτει 72 είδη, εκ των οποίων 13 είναι ενδημικά και άλλα 5 αντιπροσωπεύονται από ενδημικά υποείδη (Siedle et al. 2016, Stalling 2017), εμφανίζοντας ποσοστό ενδημισμού 25%. Ωστόσο, είναι πολύ πιθανό να προστεθούν νέα είδη στην πανίδα της Κύπρου στο κοντινό μέλλον (Siedle et al. 2016). Συγκριτικά, αν υπολογίσουμε μόνο τα αυστηρά κρητικά ενδημικά είδη (περιλαμβανομένης της Γαύδου και χωρίς τα 3 υπό περιγραφή είδη), η Κρήτη διαθέτει ποσοστό 24%.

Το αντίστοιχο ποσοστό είναι χαμηλότερο για τα νησιά της δυτικής Μεσογείου, με της Σικελίας να είναι 11.4%, της Σαρδηνίας 9.3% και της Κορσικής 7.5%. Από την Κορσική, μάλιστα, το 2002 ήταν γνωστά 80 είδη, σχεδόν ο ίδιος αριθμός με την Κρήτη (Braud et al. 2002). Έτσι, παρατηρούμε πως τα ποσοστά ενδημισμού των μεγάλων νησιών της ανατολικής Μεσογείου είναι σημαντικά υψηλότερα από της δυτικής.

### 4.2.2 Κυριαρχία ενδημικών ειδών στην Κρήτη

Εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι οι μεγαλύτεροι αριθμοί ατόμων που συλλήφθηκαν ήταν κρητικά ή αιγαιϊκά ενδημικά είδη, τα περισσότερα από τα οποία μέχρι σήμερα ήταν γνωστά από λίγα, περιορισμένα ενδιαιτήματα ή από ελάχιστα άτομα (*Troglophilus spinulosus*, *Rhacocleis derrai*, *Gryllomorpha cretensis*, *Eupholidoptera annamariae*, *Platycleis albopunctata cretica*, *Chorthippus biroi*). Αρκετά από αυτά μάλιστα ήταν από τα κοινότερα είδη στο νησί (*Troglophilus spinulosus*, *Gryllomorpha cretensis*, *Chorthippus biroi*, *Poecilimon cretensis*).

Το φαινόμενο της κυριαρχίας ενδημικών μορφών δεν είναι αποκλειστικό στα Ορθόπτερα. Ο Τριχάς (1996) έδειξε πως το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται στις οικογένειες κολεοπτέρων Tenebrionidae και Carabidae, και είναι ένα κοινό πρότυπο στα κρητικά οικοσυστήματα. Απέδωσε το γεγονός στην παλαιογεωγραφία του νησιού και την μεγάλη του απομόνωση. Η διάσπαση της Κρήτης σε ένα σύμπλεγμα μικρών νησιών κατά το ανώτερο Μειόκαινο και Πλειόκαινο οδήγησε αναπόφευκτα στην μείωση της ποικιλότητας σε αυτά. Όταν τα νησιά ενώθηκαν ξανά σε μια ενιαία ξηρά κατά το Πλειστόκαινο, οι εποίκισεις από τις γύρω περιοχές δεν πρόλαβαν να εξισορροπήσουν την πανίδα του νησιού, με αποτέλεσμα την ευρύτατη εξάπλωση και κυριαρχία των ενδημικών ειδών που βρίσκονταν ήδη στα νησιά που ενώθηκαν. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται ξανά στα κολεόπτερα (Kaltsas et al. 2013) και τα Gnaphosidae (Χατζάκη 2003).

Άλλες πιθανές ερμηνείες του φαινομένου είναι οι ακόλουθες:

- Τα ενδημικά είδη είναι άπτερα, γεωβιόντα και θαμνοβιόντα, επομένως η σύλληψή τους με παγίδες είναι εύκολη. Η κρυπτική τους φύση (βαθιά σε θάμνους ή ανάμεσα σε πέτρες) καθιστά δύσκολο τον εντοπισμό τους με εντομολογικό δίκτυο ή με το χέρι και ταυτόχρονα αυξάνει την πιθανότητα να πέσουν σε μια παγίδα παρεμβολής. Αντίθετα, τα είδη ευρύτερης εξάπλωσης τείνουν να είναι μακρόπτερα και πιο ευκίνητα (Διάγραμμα 11), με αποτέλεσμα να υποεκπροσωπούνται.
- Η συμπεριφορά των ειδών. Είναι πιθανό πολλά από τα είδη αυτά να είναι δραστήρια τη νύχτα, με αποτέλεσμα να περνούν απαρατήρητα με τις κλασσικές μεθόδους, που λαμβάνουν χώρα μέσα στην ημέρα. Οι παγίδες παρεμβολής δεν αντιμετωπίζουν αυτό τον περιορισμό.
- Η μακρόχρονη δράση των παγίδων, η οποία καλύπτει μεγαλύτερο εύρος της φαινολογίας των ειδών από ότι ένας περιορισμένος αριθμός δειγματοληψιών με το χέρι σε συγκεκριμένους μήνες (κυρίως καλοκαιρινούς).
- Είναι πιθανό τα είδη αυτά να δημιουργούν συγκεντρώσεις, ή να προσελκύονται από τη μυρωδιά των παγίδων παρεμβολής, με αποτέλεσμα την υπερεκτίμηση του πληθυσμού τους. Οι *Eupholidoptera* spp., ιδιαίτερα, είναι παμφάγες και έχουν βρεθεί να τρέφονται σε πολύ μεγάλους αριθμούς από κουφάρια εντόμων σε δρόμους (Willemsse & Heller 2001). Επομένως, τα νεκρά ζώα στις παγίδες πιθανότατα αποτελούν προσελυστικό μέσο για αυτές.

Η παρουσία ενδημικών ειδών από τις παραλίες μέχρι τις κορυφές των βουνών μπορεί να αποδοθεί στην προσαρμοστικότητα των ειδών, σε συνδυασμό με τα βιογεωγραφικά φαινόμενα που προαναφέρθηκαν. Παρόμοιο πρότυπο έχει παρατηρηθεί στην Κρήτη και για άλλες συστηματικές ομάδες, όπως πολλά είδη ενδημικών χερσαίων σαλιγκαριών (Βαρδινογιάννη 1994).

### 4.3 Επίδραση υψομέτρου στην Ορθοπτεροπανίδα

Ένα γενικό πρότυπο που έχει παρατηρηθεί στα έντομα είναι η μείωση του αριθμού ειδών με την αύξηση του υψομέτρου (Wolda 1987, McCoy 1990, Rahbek 1995). Η μείωση αυτή παίρνει συνήθως δύο μορφές: είτε μονοτονική, είτε κυρτή, δίνοντας τον μέγιστο αριθμό ειδών στα μέσα υψόμετρα (Wolda 1987, McCoy 1990). Σημαντικό ρόλο στον καθορισμό του υψομέτρου που εμφανίζει τη μέγιστη ποικιλότητα παίζει το γεωγραφικό πλάτος (Wolda 1987, McCoy 1990, Sirin et al. 2010).

Τα Ορθόπτερα συναντώνται σε ένα μεγάλο εύρος υψομέτρων και, ενώ κάποια είδη παρουσιάζουν έντονη υψομετρική προτίμηση, άλλα έχουν τεράστια όρια ανοχής και επιβιώνουν σε πολύ διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες (Mofidi-Neyestanak & Quicke 2007, Sirin et al. 2010, Bidau 2014).

### 4.3.1 Υψομετρικά πρότυπα στα Ορθόπτερα

Ο αριθμός ειδών Ορθοπτέρων στην Κρήτη μειώνεται εκθετικά με το υψόμετρο, με μέγιστο αριθμό στο επίπεδο της θάλασσας (0-250m υψόμετρο). Η εικόνα αυτή συμφωνεί με εργασίες που έχουν γίνει στο παρελθόν για τα Ορθόπτερα, οι οποίες δίνουν μέγιστο αριθμό ειδών στα χαμηλά υψόμετρα (Alexander & Hilliard 1969, Wachter et al. 1998, Wettstein & Schmid 1999). Ωστόσο, οι εργασίες αυτές είναι σε μεγαλύτερο γεωγραφικό πλάτος (40-47° N) και έχουν ως χαμηλότερο υψόμετρο τα 1400-1500m (Alexander & Hilliard 1969, Wachter et al. 1998) και 100-2000m (Wettstein & Schmid 1999), επομένως η σύγκριση με αυτές δεν είναι ασφαλής.

Έρευνες που έχουν γίνει σε βουνά της Μεσογείου σε γεωγραφικό πλάτος πιο κοντά στην Κρήτη δίνουν μια διαφορετική εικόνα. Στα βουνά Akdaglar στην Τουρκία, τα οποία βρίσκονται στο περίπου στο ίδιο γεωγραφικό πλάτος με την Κρήτη (36° N), βρέθηκε πως η μέγιστη ποικιλότητα των Acridoidea συναντώνταν σε μέσα υψόμετρα (1680m) (Sirin et al. 2010), όπως και στο Trentino της Ιταλίας (46° N) (Agariti & Fontana 2005). Στη νότια Γαλλία ο αριθμός ειδών δεν μοιάζει να συσχετίζεται με το υψόμετρο, εμφανίζοντας τον μέγιστο αριθμό ειδών γύρω στα 300m και στα 1500m (Claridge & Singhrao 1978).

Πού οφείλεται όμως αυτή η διαφορά των προτύπων; Έχει προταθεί (Wolda 1987, McCoy 1990) πως οι συνεχείς δειγματοληψίες σε μεγάλο βάθος χρόνου δίνουν διαφορετικά αποτελέσματα από τις πιο σύντομες χρονικά δειγματοληψίες. Οι μακρόχρονες δειγματοληψίες δείχνουν μέγιστο πλούτο ειδών στα χαμηλά υψόμετρα, ενώ οι βραχυχρόνιες στα μεσαία. Το πρότυπο που παρατηρείται στην παρούσα εργασία (30 χρόνια δειγματοληψιών που δίνουν εκθετική μείωση των ειδών με την αύξηση του υψομέτρου) φαίνεται να συμφωνεί με αυτή την παρατήρηση, καθώς οι άλλες εργασίες στη Μεσόγειο ήταν βραχυχρόνιες.

Άλλες αιτίες του μεγάλου πλούτου ειδών στα χαμηλά υψόμετρα της Κρήτης μπορούν να θεωρηθούν και οι εξής:

- Η μεγαλύτερη ποικιλία βιοτόπων (αμμοθίνες, υγρότοποι, φρύγανα, μακί κά) στα χαμηλότερα υψόμετρα
- Οι ακραίες κλιματικές συνθήκες στα μεγαλύτερα υψόμετρα (McCoy 1990)
- Ο μεγαλύτερος αριθμός δειγματοληπτικών προσπαθειών και σταθμών σε αυτά τα υψόμετρα, τόσο από τις δημοσιευμένες αναφορές όσο και από τις δειγματοληψίες του ΜΦΙΚ (βλ Εικόνες 6 και 11)
- Η επίδραση της σχέσης έκτασης-αριθμού ειδών. Με την άνοδο του υψομέτρου μειώνεται η έκταση της περιοχής, οδηγώντας με τη σειρά της στη μείωση του αριθμού ειδών (Rahbek 1995)
- Η επίδραση του ανθρώπου. Τα τελευταία 8000 χρόνια ο άνθρωπος διαμορφώνει έντονα τα οικοσυστήματα, και κατά συνέπεια τα πρότυπα εξάπλωσης πολλών ειδών (Triantis & Mylonas 2009, Poulakakis et al. 2015). Παρατηρώντας τα αποτελέσματα (Διάγραμμα 1) φαίνεται πως ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών στην Κρήτη συγκεντρώνεται γύρω από τα αστικά κέντρα, ιδιαίτερα το Ηράκλειο, τα οποία βρίσκονται κοντά στο επίπεδο της θάλασσας. Στα αστικά περιβάλλοντα συγκεντρώνονται πολλά ανθρωπόφιλα είδη αλλά και είδη που έχουν υποστεί ανθρωπόχωρη διασπορά

(Mylonas 1984). Ο μεγάλος αριθμός ειδών γύρω από τα λιμάνια της Κρήτης είχε παρατηρηθεί μεταξύ άλλων στα κολεόπτερα Carabidae και Tenebrionidae από τον Τριγά (1996), στις αράχνες (Χατζάκη 2003), και στα χερσαία σαλιγκάρια (Mylonas 1984).

#### 4.3.2 Υψομετρικά πρότυπα στην Κρήτη

Στην Κρήτη παρατηρήθηκε πως ο αριθμός ειδών μειώνεται εκθετικά με την αύξηση του υψόμετρου. Το πρότυπο αυτό διαφέρει από εκείνο που έχει αναφερθεί για τις αράχνες της οικογένειας Gnaphosidae στο νησί, οι οποίες έχουν σχετικά σταθερό αριθμό ειδών στα χαμηλά και μεσαία υψόμετρα (μέχρι 1000m), ο οποίος μειώνεται σημαντικά σε μεγαλύτερα υψόμετρα, σχηματίζοντας μια κυρτή καμπύλη (Chatzaki et al. 2005). Στα Λευκά Όρη της Κρήτης ο αριθμός ειδών Ισοπόδων μειώνεται με το υψόμετρο από τα 800 στα 2000m (Lymberakis et al. 2003), με τις κοινότητες άνωθεν του δασοορίου να είναι πολύ διαφορετικές από τις υπόλοιπες. Η εικόνα αυτή εμφανίζεται και σε άλλα βουνά της Ελλάδας (Ταΰγετος, Όλυμπος κ.ά) (Sfenthourakis 1992), αν και σε δύο βουνά της Πελοποννήσου (Παναχαϊκό και Χελμός, ~600-1800m υψομετρική διαφορά) ο αριθμός ειδών δε μεταβαλλόταν (Sfenthourakis et al. 2005, 2012). Τα Ορίλιονες των Λευκών Ορέων έχουν παρόμοιο πρότυπο, αν και η μείωση των ειδών παρατηρείται στα 2000m και όχι χαμηλότερα (Chatzaki et al. 2009).

Μια έρευνα για την σχέση της χλωρίδας της Κρήτης με το υψόμετρο για το σύνολο του νησιού (0-2456m υψομετρική διαφορά), δίνει παρόμοια αποτελέσματα με της παρούσας εργασίας, δείχνοντας πως ο αριθμός των ειδών μειώνεται γραμμικά με το υψόμετρο (Trigas et al. 2013). Το πρότυπο αυτό πιθανώς επηρεάζεται από την απουσία καθαρά ορεινής χλωρίδας, και το γεγονός ότι τα βουνά της Κρήτης έχουν εποικιστεί κυρίως από πεδινά είδη που αντέχουν τις αντίξοες κλιματικές συνθήκες των βουνών (Trigas et al. 2013). Η ίδια εξήγηση έχει δοθεί και για άλλες πανιδικές ομάδες στην Κρήτη όπως οι αράχνες, τα χερσαία σαλιγκάρια και τα κολεόπτερα (Βαρδινογιάννη 1994, Τριγάς 1996, Chatzaki et al. 2005). Τα πρότυπα των Ορθοπτέρων μοιάζουν, επίσης, να συμφωνούν με αυτή την παρατήρηση.

Η ανάλυση ANOSIM έδειξε πως άνωθεν του δασοορίου στην Κρήτη η σύσταση της ορθοπτεροπανίδας παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση από τα χαμηλότερα υψόμετρα, τα οποία δε μοιάζουν να δημιουργούν περαιτέρω ζωνώσεις. Στο ίδιο αποτέλεσμα είχε καταλήξει και ο Λυμπεράκης (2003) για τα Ορθόπτερα στα Λευκά Όρη, τα δείγματα του οποίου συμπεριλαμβάνονται στην παρούσα εργασία. Το συμπέρασμα αυτό συνάδει με εκείνο που παρατήρησαν οι Chatzaki et al. (2005) για την οικογένεια αραχνών Gnaphosidae στο νησί, και δίνει μία ζώνη με καλά ισοροπημένη, ομοιογενή πανίδα από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι τα 1600m και μία άνω του δασοορίου με σημαντικά μικρότερο αριθμό ειδών και λίγα κυρίαρχα είδη.

Ο σταθερός αριθμός ενδημικών ειδών σε όλες τις υψομετρικές ζώνες αλλά πολύ υψηλό ποσοστό τους επί του συνόλου των ειδών στα μεγαλύτερα υψόμετρα αποτελεί μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση. Το ίδιο πρότυπο επικράτησης ενδημικών μορφών με την άνοδο του υψόμετρου παρατηρείται στα Κολεόπτερα σε όλο το νοτιοαιγαιακό τόξο (Τριγάς 1996), με το ποσοστό να αυξάνει από 30% σε 75% από τις παραλίες στις

βουνοκορφές έναντι του 20% σε 60% που βρέθηκε για τα Ορθόπτερα στην Κρήτη. Το ίδιο πρότυπο εμφανίζουν και οι αράχνες Gnaphosidae (Χατζάκη 2003). Η αύξηση του ποσοστού ενδημισμού με τη μείωση του συνολικού αριθμού ειδών παρατηρείται και στην κρητική χλωρίδα, και είναι ένα κοινώς γνωστό πρότυπο (Bergmeier 2002, Kazakis et al. 2007, Vogiatzakis & Rackham 2008, Trigas et al. 2013). Πιο συγκεκριμένα, οι Trigas et al. (2013) παρατήρησαν πως ο αριθμός των κρητικών ενδημικών φυτών δημιουργεί μια κυρτή καμπύλη με μέγιστο στα 1500m, και το ποσοστό του αυξάνει από 5.2% στο επίπεδο της θάλασσας σε 45.7% στα 2400m. Εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι η μεταβολή αυτή είναι της ίδιας κλίμακας με τον Ορθοπτέρων (από 20% σε 60%) και των Κολεόπτέρων (30% σε 75%). Η σταθερή και κυρίαρχη (ως προς τον αριθμό των ειδών) επομένως παρουσία των κρητικών ενδημικών ειδών σε όλες τις υψομετρικές ζώνες φαίνεται πως είναι ένα γενικευμένο πρότυπο στην Κρήτη (ιδιαίτερα στα φυτά), με το οποίο βλέπουμε πως συμφωνούν και τα Ορθόπτερα.

Η μεταβολή αυτή της σύστασης του πανιδικού στοιχείου καθ' ύψος με την μείωση των χωροτύπων με ευρείες εξαπλώσεις και την αύξηση του ποσοστού των ενδημικών τάξα αντικατοπτρίζει τη δυναμική εποίκησης της Κρήτης. Είδη πεδινά και παραλιακά συγκεντρώνονται από κάθε κατεύθυνση δίνοντας κοινότητες με μεγάλη ποικιλία χωροτύπων, ενώ με την άνοδο του υψομέτρου ο κοσμοπολίτικος χαρακτήρας των κοινωνιών συρρικνώνεται, και οι ενδημικές μορφές κυριαρχούν (Τριχάς 1996). Η εξήγηση που δίνεται συχνά για την επικράτηση των ενδημικών σε αυτά είναι η αυξημένη απομόνωση των μεγάλων υψομέτρων (Trigas et al. 2013).

Τα είδη που συναντώνται άνωθεν του δασοορίου εμπίπτουν σε 3 κατηγορίες, οι οποίες είναι παρόμοιες με εκείνες των Chatzaki et al. (2005): ενδημικά είδη με μεγάλο υψομετρικό εύρος (*Gryllomorpha cretensis*, *Troglophilus spinulosus*, *Oedipoda venusta*, *Eupholidoptera astyla*, *Eupholidoptera giuliae*, *Eupholidoptera latens*, *Orchamus raulinii*, *Ovaliptila lindbergi*, *Poecilimon cretensis*), ευρέως εξαπλωμένα είδη με μεγάλο υψομετρικό εύρος (*Gryllus bimaculatus*, *Anacridium aegyptium*, *Calliptamus barbarus*, *Oedipoda caerulescens*, *Sphingonotus caerulans*), και κρητικά ενδημικά είδη που συναντώνται αποκλειστικά σε μεγάλα υψόμετρα (*Eupholidoptera forcipata*, *Eupholidoptera gemellata*, *Eupholidoptera pallipes*, *Platycoleis albopunctata cretica*). Δύο ακόμα κυρίως πεδινά είδη βρίσκονται στα όρια του υψομετρικού τους εύρους (*Acrometopa cretensis*, *Acrotylus patruelis*) (Willemse & Kruseman 1976).

Συμπερασματικά, τα δεδομένα μας συμφωνούν με τον χαρακτηρισμό των κορυφών των κρητικών βουνών ως οικολογικά νησιά και την λειτουργία τους ως κέντρα ενδημισμού (Sfenthourakis & Legakis 2001, Chatzaki et al. 2005).



### 4.3.3 Σχέση υψομέτρου με βιολογικά και οικολογικά χαρακτηριστικά των ειδών

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται πως τα Caelifera, που συνήθως δραστηριοποιούνται μέσα στη μέρα, έχουν μεγαλύτερο ποσοστό ειδών στα μεγάλα υψόμετρα σε σχέση με τα συνήθως νυκτόβια Ensifera (Agariti & Fontana 2005, Bidau 2014). Η παρούσα εργασία δεν έδειξε κάποιο τέτοιου τύπου πρότυπο· και οι δύο υποτάξεις μειώνονται με τον ίδιο περίπου ρυθμό με την άνοδο του υψομέτρου.

Στο Διάγραμμα 17 γίνεται εμφανές πως ο αριθμός των χορτοβιόντων ειδών μειώνεται εκθετικά με την αύξηση του υψομέτρου ( $R^2=0.99$ ), ενώ μάλιστα άνω των 1.250m απουσιάζουν εντελώς. Μια εξήγηση του φαινομένου είναι η επικράτηση των υποαλπικών φρυγάνων και δασών στα μεγαλύτερα υψόμετρα (Vogiatzakis et al. 2003), τα οποία είναι ακατάλληλα για τα χορτοβιόντα είδη, που ζουν σε ψηλά χορτάρια. Εναλλακτικά, τα είδη αυτά δεν αντέχουν τις αντίξοες συνθήκες των μεγάλων υψομέτρων, και ιδιαίτερα τον δυνατό άνεμο.

## 4.4 Βιογεωγραφικά πρότυπα των Ορθοπτέρων της Κρήτης σε σχέση με την Ανατολική Μεσόγειο

Η απουσία δυτικομεσογειακών ειδών και συγγένειας με την δυτική Μεσόγειο γενικότερα, η οποία συναντάται στα Ορθόπτερα της Κρήτης (με εξαίρεση το *Uromenus*, το οποίο εμφανίζει τον μεγαλύτερο πλούτο ειδών στην Ιβηρική χερσόνησο (Kenyeres et al. 2009)), φαίνεται πως πρόκειται για ένα ευρύτερο πρότυπο στην κρητική πανίδα, καθώς παρατηρείται στα Gnaphosidae (Χατζάκη 2003) και στα κολεόπτερα Tenebrionidae και Carabidae (Τριχάς 1996).

Εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι η Κρήτη δε μοιράζεται κανένα ηπειρωτικό ενδημικό είδος με την ηπειρωτική Ελλάδα ή άλλα συμπλέγματα νησιών. Όσα είδη δεν περιορίζονται στην Κρήτη, τις Κυκλάδες, τα Αντικύθηρα, την Κάρπαθο και την Ικαρία είναι ευρύτερα εξαπλωμένα στην Ανατολική Μεσόγειο, στη Μεσόγειο ή είναι είδη πολύ ευρέων εξαπλώσεων (αφροτροπικο-μεσογειακά, κοσμοπολίτικα, τουρανομεσογειακά κ.α.). Η εικόνα αυτή υποστηρίζει και πάλι την έλλειψη συγγένειας της Κρήτης με την ηπειρωτική Ελλάδα, αλλά και την σχέση της με τις Κυκλάδες, παρατήρηση με έντονο βιογεωγραφικό ενδιαφέρον. Η παρατήρηση αυτή καθίσταται πολύ ενδιαφέρουσα, καθώς σύμφωνα με την παλαιογεωγραφική ιστορία του Αιγαίου η απομόνωση της Κρήτης της από την Πελοπόννησο (5-5.5 εκ χρόνια πριν) είναι αρκετά πιο πρόσφατη από την απομόνωση από την Ανατολία και τις Κυκλάδες (12-9 εκ χρόνια πριν) (Creutzburg 1963, Dermitzakis & Papanikolaou 1981, Dermitzakis 1990, Roulakakis et al. 2015, Fassoulas 2018).

Παρακάτω αναφέρονται αναλυτικότερα κάποια τάξα που τονίζουν την συγγένεια με την Ανατολία και την έλλειψη συγγένειας με την Πελοπόννησο και ηπειρωτική Ελλάδα.

### *Eupholidoptera*

Το γένος αυτό εμφανίστηκε για πρώτη φορά στην Αιγαΐδα στο Μέσο Μειόκαινο, πριν από 16 εκατομμύρια χρόνια (Çiplak 2004). Η πολύ πλούσια πανίδα

*Eupholidoptera* της Κρήτης, οι φυλογενετικές σχέσεις των ειδών της με εκείνα της υπόλοιπης ανατολικής Μεσογείου και το γεγονός ότι ανήκουν σε πολλούς διαφορετικούς φυλογενετικούς κλάδους δείχνουν πως είναι πολύ πιθανόν η Κρήτη και η γύρω περιοχή της Αιγαϊίδας να αποτελούν το κέντρο προέλευσης του γένους (Çıplak 2004, Çıplak et al. 2010) (για περισσότερες λεπτομέρειες, βλέπε Ενότητα 1.3.12). Μάλιστα, τα απομονωμένα είδη των ορεινών όγκων αποτελούν τις πιο παρεκκλίνουσες μορφές του κάθε group όπου ανήκουν, και τα υπόλοιπα απαρτίζουν μια αυστηρά κρητική γενεαλογική γραμμή (Çıplak et al. 2010). Για να επιβεβαιωθεί όμως η προέλευση και η εξελικτική ιστορία του γένους απαιτείται μοριακή φυλογένεση.

Στις ζώνες επαφής των ειδών παρατηρήθηκαν συνυπάρξεις δύο ή και παραπάνω ειδών πολλές φορές στην ίδια δειγματοληψία. Χαρακτηριστικές είναι οι περιπτώσεις του Ψηλορείτη και της Δίκτης, σε μεγάλα υψόμετρα των οποίων παρατηρούνται 3 ή και περισσότερα διαφορετικά είδη.

Στην Δίκτη συναντώνται 4 είδη *Eupholidoptera*: Η *E. feri* είναι γνωστή μόνο από τους τύπους της από το οροπέδιο Καθαρό, η *E. astyla* είναι κοινή σε όλη την κεντρική Κρήτη, η *E. mariannae* βρίσκεται στα δυτικά όρια της κατανομής της, και η *E. forcipata*, η οποία εντοπίστηκε για πρώτη φορά στα δείγματα του ΜΦΙΚ. Η παρουσία της διαφοροποιημένης αυτής μορφής της *E. forcipata* αποτελεί ένα ενδιαφέρον βιογεωγραφικό ερώτημα, καθώς είναι το μόνο ορεινό είδος *Eupholidoptera* που συναντάται σε περισσότερους από έναν ορεινούς όγκους της Κρήτης αλλά όχι στις ενδιάμεσες πεδινές περιοχές. Προσωπική επικοινωνία με τους Willemse & Tilmans έδειξε, ωστόσο πως πιθανότατα είναι νέο είδος, και όχι απλά υποείδος.

Στην Κρήτη, οι κατανομές των *Eupholidoptera* θεωρούνταν έως σήμερα αμοιβαίως αποκλειόμενες, με μόνο κάποια στενή ζώνη επαφής (Willemse & Tilmans, προσωπική επικοινωνία). Τα νέα δεδομένα μας υποστηρίζουν κατά βάση αυτό το πρότυπο, και μάλιστα σε ορισμένες ζώνες επαφής (*E. giuliae* - *E. latens* κ.ά.) παρατηρήθηκαν άτομα που τα χαρακτηριστικά τους έμοιαζαν ενδιάμεσα των δύο ειδών, τα οποία θα μπορούσαν να αποτελούν υβρίδια. Η εικόνα αυτή είναι χαρακτηριστική περίπτωση βικαριανιστικής εξέλιξης του γένους, αλλά δεν φαίνεται να ισχύει για όλα τα είδη *Eupholidoptera*. Τα στενοενδημικά είδη των ορεινών όγκων συνυπάρχουν με άλλα είδη, και η *E. smyrnensis*, η οποία εξαπλώνεται ευρύτερα στην Ανατολική Μεσόγειο, δεν ακολουθεί αυτό το πρότυπο. Τα 5 είδη που εμφανίζουν βικαριανισμό ομαδοποιούνται βάσει της μορφολογίας τους σε έναν φυλογενετικό κλάδο απομακρυσμένο από τα υπόλοιπα 5 ενδημικά είδη του νησιού (Çıplak et al. 2010), μαρτυρώντας πιθανώς πως υπήρχαν τουλάχιστον 3 (συμπεριλαμβανομένης της Γαύδου) ανεξάρτητα εξελικτικά γεγονότα στο νησί. Με το πέρας της παρούσας εργασίας και με τη βοήθεια των Willemse & Tilmans, θα γίνει προσπάθεια να αποσαφηνιστούν οι σχέσεις των 10 αυτών ειδών.

Παρόμοια εικόνα, με τα ενδημικά είδη που συναντώνται στο νησί να μην αποτελούν έναν μονοφυλετικό κλάδο μέσα στην συστηματική ομάδα όπου ανήκουν, δίνουν τα είδη της οικογένειας ποωδών Campanulaceae. Έτσι, φαίνεται πως ούτε αυτά προέρχονται από ένα μοναδικό γεγονός διασποράς ή βικαριανισμού (Cellinese et al. 2009). Δύο υποθέσεις προτάθηκαν για να εξηγήσουν την πολυφυλετικότητά τους. Η

πρώτη υποστηρίζει πως τα είδη είναι υπολλείμματα της πανίδας της Αιγαΐδας πριν το Πλειόκαινο, και πως η παραγμένη γεωλογική ιστορία της περιοχής οδήγησε στην απομόνωση και διαφοροποίησή τους. Η δεύτερη προτείνει πως μετά το Πλειόκαινο έλαβαν χώρα ανεξάρτητα γεγονότα διασποράς στο νησί (Cellinese et al. 2009).

Για να διατυπωθεί μια παρόμοια υπόθεση για την φυλογεωγραφία των *Eupholidoptera*, απαιτείται η μοριακή φυλογένεση του γένους και η αποσαφήνιση της μορφολογικής τους ταξινόμησης στην Κρήτη. Τα στοιχεία που υπάρχουν μέχρι τώρα, ωστόσο, δείχνουν προς κάποια εξήγηση παρόμοια με την πρώτη υπόθεση για την ιστορία των *Campanulaceae*.

Ένα επιπλέον στοιχείο που τονίζει την απουσία συγγένειας της Κρήτης με την Πελοπόννησο είναι η παρουσία της *E. smyrnensis*, η οποία απουσιάζει από τις Κυκλάδες και την Πελοπόννησο, αλλά συναντάται στο ανατολικό Αιγαίο και την Ανατολία (Ciplak et al. 2009, Willemse et al. 2018a). Το είδος που συναντάται στην Πελοπόννησο, η *E. megastyla*, είναι ευρέως διαδεδομένο στην ηπειρωτική Ελλάδα, ενώ η *E. spinigera* των Κυθίων είναι ενδημική του νησιού (Willemse et al. 2018a).

### ***Poecilimon***

Το γένος *Poecilimon*, όπως και το γένος *Eupholidoptera*, εξελίχθηκε στην Αιγαΐδα, αν και σε κάποια θέση βορειότερα από εκείνο (Ciplak et al. 2010, Heller et al. 2011). Έχει προταθεί ότι το γένος έφτασε στην Κρήτη μετά την απομόνωσή της από την Ανατολία κατά τη διάρκεια της Κρίσης Αλατότητας του Μεσσηνίου (~5 εκ χρ πριν), από κάποιον πρόγονο στη νότια Ανατολία, αν και ο τρόπος με τον οποίο έγινε η διασπορά του δεν έχει εξακριβωθεί (Ullrich 2007, Heller et al. 2011, Kaya et al. 2018). Για να αποσαφινιστούν οι φυλογενετικές του σχέσεις με την υπόλοιπη Μεσόγειο και να βρεθεί η βιογεωγραφική του ιστορία απαιτούνται περαιτέρω αναλύσεις ταξινομικής και μοριακής φυλογένεσης για άτομα σε όλο το νοτιοανατολικό Αιγαίο.

### ***Gryllotalpa***

Το γένος *Gryllotalpa* είναι ένα ακόμη γένος που τονίζει την έλλειψη συγγένειας με την ηπειρωτική Ελλάδα. Στην ηπειρωτική Ελλάδα συναντάται το ελληνικό ενδημικό *G. kimbasi*, ενώ στην Κρήτη το *G. stepposa* (Krimbas 1960, Iorgu et al. 2016), το οποίο συναντάται στην Θράκη, σε κάποια νησιά του βορειο και κέντρο-ανατολικού Αιγαίου και στην Τουρκία (Iorgu et al. 2016, Willemse et al. 2018a). Η ταυτότητα των ατόμων των Κυκλάδων και των περισσότερων Δωδεκανήσων δεν έχει επιβεβαιωθεί από καρυοτυπικές μελέτες, αλλά βάσει γειτονικών δεδομένων και της κατανομής τους έχουν χαρακτηριστεί ως *G. kimbasi* (Iorgu et al. 2016). Η εξάπλωσή του αυτή δείχνει και αυτή την σχέση μεταξύ Κρήτης-Ανατολίας και, σημαντικότερα, την έλλειψη συγγένειας με την Πελοπόννησο. Επιπλέον καρυοτυπικές μελέτες για περισσότερα άτομα από τις Κυκλάδες, τα Δωδεκάνησα και την Κρήτη απαιτούνται για να επιβεβαιωθεί η κατανομή των δύο αυτών ειδών.

## Τα Ορθόπτερα των δορυφορικών νησιών και νησίδων της Κρήτης

Η Γαύδος παρουσιάζει ορισμένες ιδιαιτερότητες. Ενώ μοιράζεται κάποια ενδημικά είδη της Κρήτης (*Gryllomorpha cretensis*, *Troglophilus spinulosus*), διαθέτει ενδημικές μορφές για τα δύο γένη που έχουν το καλύτερο βιογεωγραφικό σήμα (*Eupholidoptera*, *Poecilimon*) (Kenyeres et al. 2009, Çiplak et al. 2010, Kaya et al. 2018). Η εικόνα αυτή παρουσιάζει ομοιότητες αλλά και διαφορές με την εικόνα που δίνουν τα κολεόπτερα Carabidae (Τριχάς 1996). Και στις δύο ομάδες παρατηρείται στη Γαύδο η κυριαρχία και μεγάλη αφθονία των ευρέως εξαπλωμένων ενδημικών ειδών της Κρήτης. Ωστόσο, για τα κολεόπτερα αναφέρεται πως «δορυφόροι γύρω από το νησί της Κρήτης αντλούν όλα τους τα είδη από την κρητική χέρσο, χωρίς εξαιρέσεις σ' αυτόν τον κανόνα», και τα είδη που συναντώνται εκεί είναι κυρίως διαφοροποιημένες μορφές κρητικών ειδών, κάτι που δεν φαίνεται να ισχύει στην περίπτωση των Ορθοπτέρων (*Eupholidoptera*, *Poecilimon*). Η φυλογενετικά απομακρυσμένη θέση της *E. jacquelineae* από τα άλλα κρητικά είδη (με εξαίρεση την *E. forcipata*) και η παρουσία δύο ενδημικών μαρτυρούν την παλιά απομόνωση της Γαύδου και της Γαυδοπούλας από την Κρήτη, η οποία έχει δείχτει στο παρελθόν και από άλλες ομάδες εντόμων (Tenebrionidae, Gnaphosidae) (Τριχάς 1996, Χατζάκη 2003).

Αντίστοιχα, η κολεοπτερική πανίδα της Δίας προέρχεται εξ ολοκλήρου από την Κρήτη (Τριχάς 1996), ενώ η παρουσία του *Rhacocleis insularis*, που εξαπλώνεται κυρίως στις Κυκλάδες, δείχνει πως δεν ισχύει το ίδιο για τα Ορθόπτερα. Η παρουσία του είδους τονίζει την σχέση της Κρήτης και των νησίδων της με τις Κυκλάδες. Είναι ωστόσο προφανές πως η πανίδα της νησίδας επηρεάζεται εντονότερα από την Κρήτη, με την παρουσία ενδημικών όπως η *Ovaliptila lindbergi* και ο *Poecilimon cretensis* (για τον οποίο όμως υπάρχει μόνο μία φορά στην βιβλιογραφία το 1907 από τον Kuthy), όπως έχει αναφερθεί και για τα κολεόπτερα (Τριχάς 1996).

## Σύγκριση με τα βιογεωγραφικά πρότυπα άλλων συστηματικών ομάδων

Οι βιογεωγραφικές αυτές σχέσεις προκαλούν εντύπωση αν συγκριθούν με τα πρότυπα άλλων συστηματικών ομάδων που έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν για τη μελέτη της βιογεωγραφίας στην Ανατολική Μεσόγειο.

Η συγγένεια της Κρήτης με τις Κυκλάδες εμφανίζεται και στα χερσαία σαλιγκάρια του γένους *Mastus*, όπως έδειξε η μοριακή φυλογένεση του γένους για τα νησιά του Αιγαίου (Parmarkelis et al. 2005). Η μελέτη, ωστόσο, δεν περιελάμβανε δείγματα από Πελοπόννησο και Ανατολία.

Οι Chatzimanolis et al. (2003) βρήκαν ότι το γένος κολεοπτέρων *Dendarus* (Tenebrionidae), που είναι επίσης ιδανικό για την μελέτη της βιογεωγραφίας του Αιγαίου, δείχνει φυλογενετικές σχέσεις ανάμεσα στα είδη της Κρήτης με την Πελοπόννησο και το νοτιοανατολικό Αιγαίο. Μια πιο πρόσφατη και ολοκληρωμένη έρευνα, ωστόσο (Trichas et al. 2020, in press), υποστηρίζει ότι η σχέση με την Πελοπόννησο δεν ισχύει, και επιβεβαίωσε πολλαπλά τη σχέση με το Αιγαίο. Η μοριακή φυλογένεση του σκορπιού *Iurus dufourei* και της σάυρας *Podarcis erhardii* (το μόνο είδος του γένους του στην Κρήτη), συσχετίζουν την Κρήτη με τα Κύθηρα και την

Πελοπόννησο περισσότερο από ότι με τις Κυκλάδες (Poulakakis et al. 2003, 2005, Parmakelis et al. 2006b). Επιπλέον, το *Podarcis erhardii* έχει προταθεί πως έφτασε στην Αιγαίδα μετά την εμφάνιση της Μεσο-αιγαιακής Τάφρου, καθώς δεν συναντάται στο Ανατολικό Αιγαίο (Poulakakis et al. 2003), και η διαφοροποίησή του γένους στα Βαλκάνια έλαβε χώρα γύρω στα 10.6 εκατομμύρια χρόνια πριν (Poulakakis et al. 2005). Μια φυλογένεση βάσει πρωτεϊνικών αλληλουχιών, των αμφίβιων *Rana* στο Αιγαίο έδειξαν επίσης πως το ενδημικό είδος της Κρήτης (*Rana cretensis*) είναι περισσότερο συγγενικό με το *Rana epeirotica* της Πελοποννήσου και Στερεάς Ελλάδας (Beerli et al. 1996).

Το γένος *Mesobuthus* (Scorpiones) θεωρείται ότι διαφοροποιήθηκε στην περιοχή της Αιγαίδας 15 εκατομμύρια χρόνια πριν (Parmakelis et al. 2006a), χρονολογία αρκετά κοντινή σε αυτή που έχεις προταθεί για το γένος *Eupholidoptera* (16 εκατομμύρια χρόνια πριν) (Çıplak 2004). Η εξελικτική του ιστορία του είδους *Mesobuthus gibbosus* συνάδει με την παλαιογεωγραφική ιστορία του Αιγαίου, με τους κρητικούς πληθυσμούς να διαχωρίζονται από τις Κυκλάδες την περίοδο του σχηματισμού του κρητικού Πελάγους (9.7-8.9 εκατομμύρια χρόνια πριν) (Creutzburg 1963, Dermitzakis 1990, Parmakelis et al. 2006a). Οι Parmakelis et al. (2006a) ανιχνεύουν επίσης μια συγγένεια του *Mesobuthus gibbosus* της Κρήτης με την νότια Τουρκία και το Καστελλόριζο, η οποία θυμίζει το γενικό πρότυπο των Ορθοπτέρων. Λόγω των μικρών γενετικών αποστάσεων μεταξύ των γενεαλογικών γραμμών, προτείνουν ότι η συγγένεια οφείλεται σε κάποια πιο πρόσφατη διασπορά, και όχι σε χερσαίες συνδέσεις μεταξύ Κρήτης-Ανατολίας κατά το Μέσο ή Άνω Μειόκαινο.

#### 4.5 Βιογεωγραφικά πρότυπα Ορθοπτέρων εντός της Κρήτης

Οι αναλύσεις ομαδοποίησης και η μελέτη των χαρτών κατανομής των ειδών δείχνουν πως η πεδινή-ημιορεινή ορθοπτεροπανίδα της Κρήτης είναι αρκετά ομοιογενής στους άξονες Ανατολής-Δύσης και Βορρά-Νότου, με λίγες εξαιρέσεις στενοτοπικών ενδημικών ειδών (*Eupholidoptera giuliae*, *E. latens*, *E. annamariae*, *E. astyla*, *Rhacocleis andikithyrensis*, *Rhacocleis insularis*, *Dolichopoda paraskevi*). Έτσι, τα βιογεωγραφικά πρότυπα του νησιού καθορίζονται κυρίως από τους ορεινούς όγκους.

Οι ομοιότητες μεταξύ των ορεινών όγκων δείχνουν πράγματι μια διαφοροποίηση στον άξονα Ανατολής-Δύση στα Ορθόπτερα, με την ομαδοποίηση των ανατολικών βουνών (Δίκτη-Θρυπτή) σε ένα κλάδο, των βουνών της κεντρικής Κρήτης (Αστερούσια-Ψηλορείτης) σε ένα δεύτερο, και των δυτικών βουνών (Κέδρος-Λευκά Όρη) σε έναν τρίτο.

Η σχέση του Ψηλορείτη με τη Δίκτη είναι διαφορετική ανάλογα με την συστηματική ομάδα που μελετείται: η γλωρίδα των βουνών δείχνει μεγαλύτερη ομοιότητα των δύο βουνών σε σχέση με τα Λευκά Όρη (Strid 1993, Bergmeier 2002), σχέση που στηρίζεται και από τα δικά μας αποτελέσματα, ενώ τα κολεόπτερα δίνουν μεγαλύτερη συγγένεια μεταξύ Ψηλορείτη-Λευκών Ορέων (Τριχάς 1996). Τα κολεόπτερα Tenebrionidae και Carabidae δίνουν, όμοια με τα Ορθόπτερα, συσχέτιση μεταξύ Δίκτης και Θρυπτής (Τριχάς 1996).

Με μια πρώτη ματιά, η εικόνα αυτή προσεγγίζει την θέση των νησιών του Πλειοκαίνου, αν και τα Αστερούσια χωρίζονταν από τον Ψηλορείτη από θάλασσα στην περιοχή της Μεσσαράς (Drooger & Meulenkamp 1973, Dermitzakis 1987). Οι στενοενδημισμοί ορισμένων ειδών που περιορίζονται στο ανατολικό ή δυτικό τμήμα του νησιού και η βικαριανιστική εξάπλωση των *Eupholidoptera* θα μπορούσαν επίσης να είναι αποτέλεσμα των νησιών του Πλειοκαίνου (Creutzburg 1963, Dermitzakis 1987). Αντίθετα, στα Αστερούσια δεν συναντάται κάποια ενδημική μορφή περιορισμένης εξάπλωσης πέρα από εκείνες που συναντώνται γενικότερα στην κεντρική και ανατολική Κρήτη (*Eupholidoptera astyla* και *Rhacocleis derrai* αντίστοιχα), όπως συμβαίνει στα άλλα βουνά. Έτσι, μπορεί να υποθεθεί πως δεν υπήρξε κάποιος σημαντικός φραγμός για τα Ορθόπτερα ανάμεσα στα Αστερούσια και τα υπόλοιπα νησιά του αρχιπελάγους.

Για να δοθεί, ωστόσο, μια ασφαλέστερη ερμηνεία για τα πρότυπα που παρατηρούνται στο νησί απαιτείται βαθύτερη μελέτη της φυλογεωγραφίας των Ορθοπτέρων. Επιπλέον, πρέπει να εξεταστούν οι οικολογικοί παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν τις κατανομές των ειδών αλλά και η επίδραση του ανθρώπου σε αυτές.

## 5. Συμπεράσματα

Τα δείγματα του ΜΦΙΚ έδωσαν πολλά ενδιαφέροντα και νέα δεδομένα για την ορθοπτερική πανίδα της Κρήτης, εμπλουτίζοντας την γνώση για την ομάδα αυτή σε ταξινομικό, βιογεωγραφικό και οικολογικό επίπεδο.

### 5.1 Ταξινομικά ευρήματα

- Προσδιορισμός 65 ειδών Ορθοπτέρων στα δείγματα του ΜΦΙΚ
- Εύρεση των θηλυκών 4 ενδημικών ειδών που μέχρι σήμερα ήταν γνωστά μόνο από το αρσενικό τους (*Eupholidoptera gemellata*, *E. mariannae*, *E. cretica*, *Rhacocleis derrai*)
- Εύρεση 5 νέων ειδών για την Κρήτη (*Pteronemobius heydenii*, *Paramogoplites novaki*, *Natula averni*, *Rhacocleis insularis*, *Rhacocleis andikithirensis*)
- Εύρεση 3 υπό περιγραφή ειδών νέων για την επιστήμη (*E. cf. forcipata*, *Leptophyes* sp., *Poecilimon* sp.)
- Εμπλουτισμός των καταλόγων ειδών της Γαύδου (15 είδη) και της Δίας (9 είδη)
- Ο νέος κατάλογος ειδών της Κρήτης περιέχει 78\* τάξα. Αν προστεθούν τα τρία υπό περιγραφή τάξα ο αριθμός φτάνει τα 81

## 5.2 Συμβολή παγίδων παρεμβολής

- Τονισμός της αξίας των παγίδων παρεμβολής για την συλλογή Ορθοπτέρων
- Όλες οι βιομορφές των Ορθοπτέρων στην Κρήτη αντιπροσωπεύονται ποιοτικά από τις παγίδες παρεμβολής
- Όσον αφορά τα ποσοτικά δεδομένα, οι παγίδες έδωσαν πολύ αυξημένες αφθονίες γεωβιόντων και θαμνοβιόντων ειδών σε σχέση με τα χορτοβιόντα. Δεν είναι ξεκάθαρο αν αυτό απεικονίζει τις πραγματικές σχετικές αφθονίες στο νησί ή αν είναι αποτέλεσμα της τεχνητής έμφασης των παγίδων σε αυτές τις βιομορφές
- Ιδανικά για τον εντοπισμό σπάνιων και κρυπτικών ειδών
- Ο συνδυασμός των κλασικών ορθοπτερολογικών μεθόδων και των παγίδων παρεμβολής είναι ο αποτελεσματικότερος τρόπος να καλύψεις όσο το δυνατόν πιο ολοκληρωμένα την ορθοπτερική πανίδα μιας περιοχής
- Ο συνδυασμός των δεδομένων του ΜΦΚ με τις παγίδες παρεμβολής συμπληρώνει την γνώση για την πανίδα της Κρήτης, δίνοντας μια πληρέστερη εικόνα της ορθοπτερικής πανίδας της

## 5.3 Οικολογικά ευρήματα

- Εκθετική μείωση ειδών με την αύξηση του υψομέτρου
- Κυριαρχία ενδημικών μορφών σε μεγάλα υψόμετρα
- Εκθετική μείωση πτερωτών ειδών και κυριαρχία άπτερων στα μεγάλα υψόμετρα
- Αναθεώρηση των οικολογικών προτιμήσεων ειδών (*Dolichopoda paraskevi*, *Ovaliptila lindbergi*)
- Κυρίαρχες βιομορφές στην Κρήτη: γεωβιόντα και θαμνοβιόντα
- Ενδημικά και γεωβιόντα είδη που θεωρούνταν σπάνια ή είχαν εντοπιστεί ελάχιστες φορές αποτελούν ορισμένα από τα κοινότερα είδη στην Κρήτη
- Διαχωρισμός δύο υψομετρικών ζωνών κατά μήκος του υψομέτρου, μία άνω και μία κάτω του δασοορίου, πρότυπο παρόμοιο με άλλων ασπονδύλων και με των φυτών

## 5.4 Βιογεωγραφικά ευρήματα

- Αναθεώρηση των κατανομών ορισμένων ειδών (*Platycleis albopunctata cretica*, *Ovaliptila lindbergi*)
- Ως προς τους χωρότυπους των κρητικών Ορθοπτέρων, κυριαρχούν τα είδη περιορισμένης εξάπλωσης (46%), και κυρίως τα κρητικά ενδημικά (24%)
- Η πολύ μεγάλη αφθονία πολλών κρητικών ενδημικών τάξεων οφείλεται στην αργή ταχύτητα επανεποικισμού του νησιού μετά τη συνένωσή του κατά το Πλειστόκαινο

- Ενίσχυση της συγγένειας μεταξύ Κρήτης-γύρω νησιωτικών συγκροτημάτων με τον εντοπισμό δύο αιγαιακών ενδημικών ειδών (*Rhacocleis insularis*, *Rhacocleis andikithirensis*) αυξάνοντας τον αριθμό των κοινών αιγαιακών ενδημικών ειδών από 3 σε 5.
- Η ορθοπτερική πανίδα της Κρήτης εμφανίζει συγγένεια με τις Κυκλάδες, τα Αντικύθηρα και την Κάρπαθο. Επιπλέον υπάρχουν σχέσεις με την Ανατολία και μια απουσία συγγένειας με την Πελοπόννησο και τη Στερεά Ελλάδα, όπως μαρτυρούν και τα γένη *Eupholidoptera* και *Poecilimon*. Οι σχέσεις αυτές παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον, καθώς η απομόνωση της Κρήτης από την Πελοπόννησο έλαβε χώρα μετά την απομόνωσή της από τις άλλες περιοχές, και πολλές συστηματικές ομάδες που έχουν μελετηθεί δείχνουν πως η Κρήτη είναι συγγενική της Πελοποννήσου.

### 5.5 Μελλοντική έρευνα

- Βαθύτερη ταξινομική μελέτη των οικογενειών Gryllidae και Mogoplistidae στην Κρήτη
- Μοριακή φυλογένεση του γένους *Eupholidoptera*
- Μοριακή φυλογένεση του γένους *Poecilimon*
- Μελέτη των δύο γενών στο σύνολο των νησιών του νοτίου Αιγαίου ώστε να αποσαφηνιστούν οι βιογεωγραφικές τους σχέσεις
- Μελέτη των οικολογικών παραγόντων που επηρεάζουν την κατανομή των Ορθοπτέρων (υγρασία, τύπος ενδιαιτήματος, θερμοκρασία κ.ά.)
- Φαινολογία των Ορθοπτέρων της Κρήτης
- Πραγματοποίηση πολυπλοκότερων στατιστικών αναλύσεων για την ανάδειξη προτύπων, όπως αναλύσεις ενδημισμού (PAE)



## 6. Βιβλιογραφία

- Agapiti B and Fontana P** 2005 The Orthoptera of the Trentino: ecological and biogeographic considerations. *Biogeographia–The Journal of Integrative Biogeography* 26: 113–128.
- Alexander G and Hilliard JR** 1969 Altitudinal and Seasonal Distribution of Orthoptera in the Rocky Mountains of Northern Colorado. *Ecological Monographs* 39: 385–432.
- Alexiou S** 2017 New distribution records of Orthoptera of Greece. *Journal of Orthoptera Research* 26: 53–61.
- Alexiou S, Di Russo C and Rampini M** 2013 The family Rhaphidophoridae (Orthoptera) in Greece. *Parnassiana Archives* 1: 51–58.
- Alexiou S, Gavalas G and Papapavlou K** 2017a Orthoptera (Saltatoria) of Iraklia island, Cyclades, Greece. *Israel Journal of Entomology* 47: 35–53.
- Alexiou S, Zacharias S and Bakolitsas K** 2017b The Gryllomorphae (Gryllidae, Orthoptera) of Greece, a synopsis and new distribution data. *Parnassiana Archives* 5: 29–34.
- Allegrucci G, Ketmaier V, Di Russo C, Rampini M, Sbordoni V and Cobolli M** 2017 Molecular phylogeography of *Troglophilus* cave crickets (Orthoptera, Rhaphidophoridae): A combination of vicariance and dispersal drove diversification in the East Mediterranean region. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 55: 310–325.
- Allegrucci G, Rampini M, Gratton P, Todisco V and Sbordoni V** 2009 Testing phylogenetic hypotheses for reconstructing the evolutionary history of *Dolichopoda* cave crickets in the eastern Mediterranean. *Journal of Biogeography* 36: 1785–1797.
- Anastasakis G and Dermitzakis M** 1990 Post-Middle-Miocene paleogeographic evolution of the Central Aegean Sea and detailed Quaternary reconstruction of the region. Its possible influence on the distribution of the Quaternary mammals of the Cyclades Islands. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Monatshefte* 1: 1–16.
- Anderson MJ, Crist TO, Chase JM, Vellend M, Inouye BD, Freestone AL, Sanders NJ, Cornell HV, Comita LS, Davies KF, Harrison SP, Kraft NJB, Stegen JC and Swenson NG** 2011 Navigating the multiple meanings of  $\beta$  diversity: a roadmap for the practicing ecologist. *Ecology Letters* 14: 19–28.
- Badih A, Hidalgo J, Ballesta M, Ruano F and Tinaut A** 1997 Distribution and phonology of a community of Orthoptera (Insecta) in a dune ecosystem of the southeastern Iberian Peninsula. *Zoologica baetica* 8: 31–42.
- Báldi A and Kisbenedek T** 1997 Orthopteran assemblages as indicators of grassland naturalness in Hungary. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 66: 121–129.
- Bazelet CS and Samways MJ** 2011 Identifying grasshopper bioindicators for habitat quality assessment of ecological networks. *Ecological Indicators* 11: 1259–1269.
- Beckemeyer RJ** 2011 *Nobloedischia rasnitsyni*, a new genus and species of Oedischiidae (Orthoptera) from the Lower Permian Wellington Formation of Oklahoma, USA. *ZooKeys* 130: 103–110.

- Beerli P, Hotz H and Uzzell T** 1996 Geologically dated sea barriers calibrate a protein clock for Aegean water frogs. *Evolution* 50: 1676–1687.
- Begouen H** 1929 A propos de l'idée de fécondité dans l'iconographie préhistorique. *Bulletin de la Société préhistorique française* 26: 97–199.
- Bergmeier E** 2002 The vegetation of the high mountains of Crete a revision and multivariate analysis. *Phytocoenologia* 32: 205–249.
- Bergmeier E, Kypriotakis Z, Jahn R, Böhling N, Dimopoulos P, Raus T and Tzanoudakis D** 2001 Flora and phytogeographical significance of the islands Chrysi, Koufonisi and nearby islets (S Aegean, Greece). *Willdenowia* 31: 329–356.
- Bidau CJ** 2014 Patterns in Orthoptera biodiversity. I. Adaptations in ecological and evolutionary contexts. *Journal of Insect Biodiversity* 2: 1–39.
- Bonnefont JC** 1972 La Crète: étude morphologique. Service de reproduction des thèses, Université de Lille III, Lille, France
- Braud Y, Sartet E and Morin D** 2002 Actualisation du catalogue des Orthoptéroïdes de l'île de Corse (France). *Matériaux entomocénétiques* 7: 6–22.
- Buchholz S, Kreuels M, Kronshage A, Terlutter H and Finch O-D** 2011 Bycatches of ecological field studies: bothersome or valuable?. *Methods in Ecology and Evolution* 2: 99–102.
- Buzzetti FM, Hochkirch A, Fontana P, Kleukers R, Massa B and Odé B** 2016 *Uromenus elegans*. <<https://www.iucnredlist.org>>
- Cellinese N, Smith SA, Edwards EJ, Kim S-T, Haberle RC, Avramakis M and Donoghue MJ** 2009 Historical biogeography of the endemic Campanulaceae of Crete. *Journal of Biogeography* 36: 1253–1269.
- Chase JM, Kraft NJB, Smith KG, Vellend M and Inouye BD** 2011 Using null models to disentangle variation in community dissimilarity from variation in  $\alpha$ -diversity. *Ecosphere* 2: 1–11.
- Chatzaki M, Lymberakis P, Markakis G and Mylonas M** 2005 The distribution of ground spiders (Araneae, Gnaphosidae) along the altitudinal gradient of Crete, Greece: species richness, activity and altitudinal range. *Journal of Biogeography* 32: 813–831.
- Chatzaki M, Lymberakis P, Mitov P and Mylonas M** 2009 Phenology of Opiliones on an altitudinal gradient on Lefka Ori Mountains, Crete, Greece. *Journal of Arachnology* 37: 139–146.
- Chatzimanolis S, Trichas A, Giokas S and Mylonas M** 2003 Phylogenetic analysis and biogeography of Aegean taxa of the genus *Dendarus* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Insect Systematics & Evolution* 34: 295–312.
- Chin WW** 1998 Issues and opinion on structural equation modeling management. *Information Systems Quarterly* 22: 19–24.
- Chobanov DP** 2009 New records and a new synonym of Orthoptera from Bulgaria. *Articulata* 24: 79–108.
- Chobanov DP, Lemonnier-Darcemont M, Darcemont C, Puskás G and Heller KG** 2014 *Tettigonia balcanica*, a new species from the Balkan Peninsula (Orthoptera, Tettigoniidae). *Entomologia* 2: 95–106.
- Chopard L** 1921 Description d'une espèce nouvelle du genre *Troglophilus* [Orth. Phasgonuridae]. *Bulletin de la Société entomologique de France* 26: 147–151.
- Chopard L** 1957 Note sur les Orthoptères cavernicoles de Crète. *Bulletin de la Société entomologique de France* 62: 26–28.
- Cigliano MM, Braun H, Eades DC and Otte D** 2019 Orthoptera Species File. Version 5.0/5.0. <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>

- Çiplak B** 2004 Biogeography of Anatolia: the marker group Orthoptera. *Mem. Soc. Entomol. Ital* 82: 357–372.
- Çiplak B, Heller K-G and Willemse F** 2009 Review of the genus *Eupholidoptera* (Orthoptera, Tettigoniidae): different genitalia, uniform song. *Zootaxa* 2156: 1–75.
- Çiplak B, Heller K-G and Willemse F** 2010 Phylogeny and biogeography *Eupholidoptera* Mañan (Orthoptera, Tettigoniidae): morphological speciation in correlation with the geographical evolution of the eastern Mediterranean. *Systematic Entomology* 35: 722–738.
- Çiplak B** 2008 The analogy between interglacial and global warming for the glacial relicts in a refugium: a biogeographic perspective for conservation of Anatolian Orthoptera. *Insect ecology and conservation*: 135–163.
- Claridge MF and Singhraj JS** 1978 Diversity and Altitudinal Distribution of Grasshoppers (Acridoidea) on a Mediterranean Mountain. *Journal of Biogeography* 5: 239.
- Clarke KR** 1993 Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral Ecology* 18: 117–143.
- Connell E** 2001 Aztec Treasure House. Counterpoint
- Cooper S, Ibrahim K and Hewitt G** 1995 Postglacial expansion and genome subdivision in the European grasshopper *Chorthippus parallelus*. *Molecular Ecology* 4: 49–60.
- Creutzburg N** 1963 Η παλαιογεωγραφική εξέλιξις της νήσου Κρήτης από της Μειοκαίνου μέχρι σήμερα. *Κρητικά Χρονικά* 15: 336–342.
- Dearn JM** 1977 Variable life history characteristics along an altitudinal gradient in three species of Australian grasshopper. *Oecologia* 28: 67–85.
- Dermitzakis D** 1990 Paleogeography, geodynamic processes and event stratigraphy during the late Cenozoic of the Aegean area. *Accademia Nazionale Lincei* 85: 263–288.
- Dermitzakis M** 1987 General introduction to the geology of Crete (Field guide for the excursion). Institute of Paleontology. University of Vienna, Vienna
- Dermitzakis M and Papanikolaou D** 1981 Paleogeography and geodynamics of the Aegean region during the Neogene. *Annales geologiques des pays helleniques* pp. 245–289
- Desutter-Grandcolas L** 1998 Comparative morphology of cercal structures in true crickets and their allies (Orthoptera, Ensifera): a phylogenetic perspective. *Zoomorphology* 118: 235–243.
- Dirsh V and Uvarov B** 1953 Tree locusts of the genus *Anacridium* (Orthoptera, Acrididae). *Revista española de entomología* 29: 7–69.
- Dorda D** 1998 Heuschrecken zönoten als Bioindikatoren auf Sand- und submediterranen Kalkmagerrasen des saarländisch lotharingischen Schichtstufenlandes. *Abh. Delattina* 23: 5–368.
- Drooger C and Meulenkamp J** 1973 Stratigraphic contributions to geodynamics in the Mediterranean area: Crete as a case history. *Bulletin of the Geological Society of Greece* 10: 193–200.
- Dusoulier F** 2017 Redécouverte du Grillon maritime *Pseudomogoplistes squamiger* (Fischer, 1853)(Orthoptera: Mogoplistidae) sur le territoire du Parc national de Port-Cros (département du Var, France) et premiers éléments de recherches sur son écologie. *Sci Rep Port-Cros natl Park* 31: 81–103.
- Evans EP** 1906 The criminal prosecution and capital punishment of animals. William Heinemann

- Farris HE and Hoy RR** 2000 Ultrasound sensitivity in the cricket, *Eunemobius carolinus* (Gryllidae, Nemobiinae). *The Journal of the Acoustical Society of America* 107: 1727–1736.
- Fassoulas C** 2018 The geodynamic and paleogeographic evolution of the Aegean in the Tertiary and Quaternary: A review. In Sfenthourakis et al (ed.) *Biogeography and biodiversity of the Aegean. In honour of prof. Moysis Mylonas* pp. 25–45. Broken Hill Publishers Ltd, Cyprus
- Gardiner T, Hill J and Chesmore D** 2005 Review of the Methods Frequently Used to Estimate the Abundance of Orthoptera in Grassland Ecosystems. *Journal of Insect Conservation* 9: 151–173.
- Gerlach J, Samways M and Pryke J** 2013 Terrestrial invertebrates as bioindicators: an overview of available taxonomic groups. *Journal of Insect Conservation* 17: 831–850.
- Gorochov A** 2009 A study of the genus *Gryllomorpha* Fieber, 1853 (Orthoptera: Gryllidae: Gryllomorphinae). *Zoosystematica Rossica* 18: 25–47.
- Gorochov AV and Ünal M** 2012 Review of Turkish crickets from the subfamily Gryllomorphinae (Orthoptera: Gryllidae). *Zoosystematica Rossica* 21: 28–59.
- Griffini A** 1894 Catalogue des Orthoptères recueillis dans l'île de Candie par le Dr. G. Cecconi. *Miscellanea Entomologica* 2: 91–92.
- Hamadi K, Chahbar N, Asensio JJP and Doumandji-Mitiche B** 2016 Life cycle of *Aiolopus strepens* (Latreille, 1804) (Orthoptera, Acrididae) in different habitats Mitija (Algeria). *Advances in Environmental Biology* 10: 14–21.
- Hammer Ø, Harper DA, Ryan PD and others** 2001 PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica* 4: 9.
- Harvey P and Gardiner T** 2006 Pitfall trapping of scarce Orthoptera at a coastal nature reserve in Essex, UK. *Journal of Insect Conservation* 10: 371–373.
- Harz K** 1983 Eine neue *Rhacocleis*-Art auf Kreta (Orth., Decticinae). *Articulata* 2: 3–14.
- Harz K** 1976 Orthopterologische Beiträge XV. [Orthopterological contributions XV.]. *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen* 25: 56–59.
- Heller K-G, Willemse L, Odé B, Volleth M, Feist R and Reinhold K** 2011 Bioacoustics and Systematics of the *Poecilimon hamatus* Group (Tettigonioidea: Phaneropteridae: *Poecilimon*: *Hamatopoecilimon* n. subg.). *Journal of Orthoptera Research* 20: 81–95.
- Hewitt G** 2000 The genetic legacy of the Quaternary ice ages. *Nature* 405: 907–913.
- Hewitt GM** 1996 Some genetic consequences of ice ages, and their role in divergence and speciation. *Biological journal of the Linnean Society* 58: 247–276.
- Hewitt GM** 1999 Post-glacial re-colonization of European biota. *Biological journal of the Linnean Society* 68: 87–112.
- Hochkirch A, Gröning J, Loos T, Metzinger C and Reichelt M** 2000 Specialized diet and feeding habits as key factors for the habitat requirements of the grasshopper species *Tetrix subulata* (Orthoptera: Tetrigidae). *Entomologia generalis* 25: 39–51.
- Hochkirch A, Skejo J, Massa B, Presa JJ, Puskas G, Sirin D, Chobanov DP, Gomboc S, Willemse LPM, Rutschmann F, Kleukers RMJC, Kristin A and Szovenyi G** 2016 *Sepiana sepium*. <<https://www.iucnredlist.org>>
- Huggett R** 1995 *Geocology: an evolutionary approach*. Routledge

- Hughes PD and Woodward JC** 2017 Quaternary glaciation in the Mediterranean mountains: a new synthesis. *Geological Society, London, Special Publications* 433: 1–23.
- Ingrisch S and Köhler G** 1998 Die heuschrecken mitteleuropas. Westarp Wissenschaften, Magdeburg
- Iorgu I Ștefan, Iorgu EI, Puskás G, Ivković S, Borisov S, Gavril VD and Chobanov DP** 2016 Geographic distribution of *Gryllotalpa stepposa* in south-eastern Europe, with first records for Romania, Hungary and Serbia (Insecta, Orthoptera, Gryllotalpidae). *ZooKeys* 605: 73–82.
- IUCN** 2019 The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-3. <<https://www.iucnredlist.org>>
- IUCN SSC** 2001 IUCN red list categories and criteria: version 3.1. IUCN Species Survival Commission Gland, Switzerland
- Kaltsas D and Simaiakis S** 2012 Seasonal patterns of activity of *Scolopendra cretica* and *S. cingulata* (Chilopoda, Scolopendromorpha) in East Mediterranean maquis ecosystem. *International Journal of Myriapodology* 7: 1–14.
- Kaltsas D, Trichas A, Kougioumoutzis K and Chatzaki M** 2013 Ground beetles respond to grazing at assemblage level, rather than species-specifically: the case of Cretan shrublands. *Journal of Insect Conservation* 17: 681–697.
- Kati V, Devillers P, Dufrêne M, Legakis A, Vokou D and Lebrun P** 2004a Testing the Value of Six Taxonomic Groups as Biodiversity Indicators at a Local Scale. *Conservation Biology* 18: 667–675.
- Kati V, Dufrêne M, Legakis A, Grill A and Lebrun P** 2004b Conservation management for Orthoptera in the Dadia reserve, Greece. *Biological Conservation* 115: 33–44.
- Kati V, Mani P, von Helvesen O, Willemse F, Elsner N and Dimopoulos P** 2006 Human Land use Threatens Endemic Wetland Species: The Case of *Chorthippus lacustris* (La Greca and Messina 1975) (Orthoptera: Acrididae) in Epirus, Greece. *Journal of Insect Conservation* 10: 65–74.
- Kati V and Willemse F** 2001 Grasshoppers and crickets of the Dadia Forest Reserve (Thraki, Greece) with a new record to the Greek fauna: *Paranocarodes chopardi* Pechev 1965 (Orthoptera, Pamphagidae). *Articulata* 16: 11–19.
- Kaya S, Chobanov D, Heller K-G and Yahyaoglu Ö** 2018 Review of *Poecilimon* species with inflated pronotum: description of four new taxa within an acoustically diverse group. *Zootaxa* 4462: 451.
- Kazakis G, Ghosn D, Vogiatzakis IN and Papanastasis VP** 2007 Vascular plant diversity and climate change in the alpine zone of the Lefka Ori, Crete. *Biodiversity and Conservation* 16: 1603–1615.
- Kenyeres Z and Cservenka J** 2014 Effects of Climate Change and Various Grassland Management Practices on Grasshopper (Orthoptera) Assemblages. *Advances in Ecology* 2014: 1–10.
- Kenyeres Z, Rácz IA and Varga Z** 2009 Endemism hot spots, core areas and disjunctions in European Orthoptera. *Acta Zoologica Cracoviensia-Series B: Invertebrata* 52: 189–211.
- Köhler G and Friedrich E** 2013 Observations on a sound-producing female of *Orchamus gracilis* (Brunner, 1882) from Cyprus (Caelifera: Pamphagidae). *Articulata* 28: 51–57.
- Kollaros D and Legakis A** 1999 Differences in the biological cycles of some species of superfamily Acridoidea (Orthoptera) between northern and southern Crete. *Contr. Zoogeogr. Ecol. East. Medit. Region* 1: 283–286.

- Kollaros D, Paragamian K and Legakis A** 1991 Revision of the genus *Troglophilus* (Orthoptera, Rhaphidophoridae) in Crete, Greece. *International Journal of Speleology* 20: 37–45.
- Kraft NJ, Comita LS, Chase JM, Sanders NJ, Swenson NG, Crist TO, Stegen JC, Vellend M, Boyle B, Anderson MJ and others** 2011 Disentangling the drivers of  $\beta$  diversity along latitudinal and elevational gradients. *Science* 333: 1755–1758.
- Krauss H** 1888 Orthoptera duo nova ex insula Lesina Dalmatiae. *Wiener Entomologische Zeitung* 7: 117–118.
- Krijgsman W, Hilgen FJ, Raffi I, Sierro FJ and Wilson DS** 1999 Chronology, causes and progression of the Messinian salinity crisis. *Nature* 400: 652–655.
- Krimbas K** 1960 Τα δίδυμα είδη *Gryllotalpa* στην Ελλάδα, Κυτταρολογική και μορφολογική έρευνα. p. 27. Αναφορά, Υπουργείο Γεωργίας, Αθήνα, Ελλάδα
- Krištín A, Kanuch P, Fabriciusova V and Gavlas V** 2009 Responses on habitat and global change of some Mediterranean orthopteran species occurring in blown sands in Central Europe. *10th International Congress of Orthopterology, Metaleptea, Special Conference Issue, Orthopterists' Society and Akdeniz University* p.
- Kuthy D** 1907 Insectorum mennis in insula Creta a Lud. Biró congregata. I. Orthoptera. *Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici, Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest* 5: 551–555.
- Legakis A** 1990 Μελετι τον ακτον tis Kritis pou parousiazoun oikologikes diataraches. p. 227. Erevnitiko programma
- Legakis A, Kollaros D, Paragamian K, Trihas A, Voreadou C and Kypriotakis Z** 1993 Ecological assessment of the coasts of Crete (Greece). *Coastal Management* 21: 143–154.
- Lehmann AW, Willemse F and Heller K-G** 2006 *Poecilimon gerlindae* spec. nov.—a new bushcricket species of the *Poecilimon propinquus*-group (Orthoptera: Phaneropteridae) from Greece. *Articulata* 21: 109–119.
- León Vegas M** 2012 ‘ La plaga con que castiga Dios los pecados de los hombres’: langosta y campo andaluz en la Edad Moderna. *Relaciones. Estudios de historia y sociedad* 33: 87–123.
- Lorenz MW** 2007 Oogenesis-flight syndrome in crickets: age-dependent egg production, flight performance, and biochemical composition of the flight muscles in adult female *Gryllus bimaculatus*. *Journal of Insect Physiology* 53: 819–832.
- Lymberakis P, Mylonas M and Sfenthourakis S** 2003 Altitudinal variation of oniscidean communities on Cretan mountains. *The Biology of Terrestrial Isopods, V, Crustaceana Monographs* 2: 217–230.
- Mani MS** 1968 Ecology and biogeography of high altitude insects. Springer
- Martinsen L, Venanzetti F and Bachmann L** 2009 Phylogeography and mitochondrial DNA divergence in *Dolichopoda* cave crickets (Orthoptera, Rhaphidophoridae). *Hereditas* 146: 33–45.
- McCoy ED** 1990 The Distribution of Insects along Elevational Gradients. *Oikos* 58: 313.
- Meulenkamp JE** 1985 Aspects of the Late Cenozoic evolution of the Aegean region. *Geological evolution of the Mediterranean basin* pp. 307–321. Springer
- Mofidi-Neyestanak M and Quicke DLJ** 2007 *Eupholidoptera karatolosi* sp.n. and *E. mirzayani* sp.n. (Orthoptera, Tettigoniidae), two new bushcrickets from Greece and Iran. *Zootaxa* 1562: 43–53.

- Mylonas M** 1984 The influence of man: a special problem in the study of the zoogeography of terrestrial molluscs on the Aegean islands. *World-wide snails: biogeographical studies on non-marine Mollusca* pp. 249–259. Brill/Backhuys, Leiden
- Nagy A, Sólymos P and Rácz I** 2007 A test on the effectiveness and selectivity of three sampling methods frequently used in orthopterological field studies. *Entomologica Fennica* 18: 149–159.
- Naturalis Biodiveristy Centre** 2005, 2020 Grasshoppers of Europe. <https://www.grasshoppersofeurope.com/greece>
- Nufio CR, McGuire CR, Bowers MD and Guralnick RP** 2010 Grasshopper Community Response to Climatic Change: Variation Along an Elevational Gradient. *PLoS ONE* 5: e12977.
- Odé B, Kleukers R, Forbicioni L, Massa B, Roesti C, Boitier E and Braud Y** 2011 In search of the most mysterious orthopteran of Europe: the Reed cricket *Natula averni* (Orthoptera: Gryllidae). *Articulata* 26: 51–65.
- Papković D and Jelinčić A** 2019 Yellow-winged digging grasshopper, *Acrotylus longipes* (Acrididae: Oedipodinae), confirmed in Croatia. *Journal of Orthoptera Research* 28: 1–2.
- Paragamian K** 2018, March 22 *Troglophilus spinulosus* Chopard, 1921. <https://database.inspee.gr/>
- Parmakelis A, Stathi I, Chatzaki M, Simaiakis S, Spanos L, Louis C and Mylonas M** 2006a Evolution of *Mesobuthus gibbosus* (Brullé, 1832) (Scorpiones: Buthidae) in the northeastern Mediterranean region. *Molecular Ecology* 15: 2883–2894.
- Parmakelis A, Stathi I, Spanos L, Louis C and Mylonas M** 2006b Phylogeography of *Iurus dufourei* (Brulle, 1832) (Scorpiones, Iuridae). *Journal of Biogeography* 33: 251–260.
- Parmakelis A, Pfenninger M, Spanos L, Papagiannakis G, Louis C and Mylonas M** 2005 Inference of a radiation in *Mastus* (Gastropoda, Pulmonata, Enidae) on the island of Crete. *Evolution* 59: 991–1005.
- Paul J** 1995 Overwintering Orthoptera and other insects in Crete. *Entomologist's Record and Journal of Variation* 107: 221–223.
- Pennas P** 1977 Το Κλίμα της Κρήτης [The climate of Crete]. PhD Thesis, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki
- Perissoratis C and Conispoliatis N** 2003 The impacts of sea-level changes during latest Pleistocene and Holocene times on the morphology of the Ionian and Aegean seas (SE Alpine Europe). *Marine Geology* 196: 145–156.
- Pitt WC** 1999 Effects of multiple vertebrate predators on grasshopper habitat selection: trade-offs due to predation risk, foraging, and thermoregulation. *Evolutionary Ecology* 13: 499.
- Poniatowski D and Fartmann T** 2008 The classification of insect communities: Lessons from orthopteran assemblages of semi-dry calcareous grasslands in central Germany. *European Journal of Entomology* 105: 659–671.
- Pos E, Guevara Andino JE, Sabatier D, Molino J-F, Pitman N, Mogollón H, Neill D, Cerón C, Rivas G, Di Fiore A, Thomas R, Tirado M, Young KR, Wang O, Sierra R, García-Villacorta R, Zagt R, Palacios W, Aulestia M and ter Steege H** 2014 Are all species necessary to reveal ecologically important patterns?. *Ecology and Evolution* 4: 4626–4636.
- Poulakakis N, Kapli P, Lymberakis P, Trichas A, Vardinoyiannis K, Sfenthourakis S and Mylonas M** 2015 A review of phylogeographic analyses

- of animal taxa from the Aegean and surrounding regions. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 53: 18–32.
- Poulakakis N, Lymberakis P, Antoniou A, Chalkia D, Zouros E, Mylonas M and Valakos E** 2003 Molecular phylogeny and biogeography of the wall-lizard *Podarcis erhardii* (Squamata: Lacertidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 28: 38–46.
- Poulakakis N, Lymberakis P, Valakos E, Zouros E and Mylonas M** 2005 Phylogenetic relationships and biogeography of *Podarcis* species from the Balkan Peninsula, by bayesian and maximum likelihood analyses of mitochondrial DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 37: 845–857.
- Rackham O and Moody J** 1996 The making of the Cretan landscape. Manchester University Press
- Rácz I and Varga Z** 1996 Life-form spectra of Orthoptera and bio-indication in grassland.–Symp., Research, Conservation. pp. 1–5. Aggtelek-Jósvafő
- Rácz IA** 1998a Life form spectra of Orthoptera fauna in alkaline grasslands. *Tiscia* 31: 35–39.
- Rácz IA** 1998b Biogeographical survey of the Orthoptera fauna in Central Part of the Carpathian Basin (Hungary). *Fauna types and community types, Articulata* 13: 53–69.
- Rada S** 2017 Comparison of two methods for sampling orthopterans in grassland: differences in species representation and sex ratios. *Turkish Journal of Zoology* 41: 1105–1110.
- Rahbek C** 1995 The elevational gradient of species richness: a uniform pattern?. *Ecography* 18: 200–205.
- Ramme W** 1927 Die dermapteren und orthopteren Siziliens und Kretas. *Revista española de entomología* 3: 111–200.
- Raup DM and Crick RE** 1979 Measurement of Faunal Similarity in Paleontology. *Journal of Paleontology* 53: 1213–1227.
- Rebrina F and Brigić A** 2017 Morphometric variability and life history traits of the rare *Paramogoplistes novaki* in comparison to *Mogoplistes brunneus* (Orthoptera: Mogoplistidae). *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)* 53: 313–323.
- Sabu TK and Shiju RT** 2010 Efficacy of Pitfall Trapping, Winkler and Berlese Extraction Methods for Measuring Ground-Dwelling Arthropods in Moist-Deciduous Forests in the Western Ghats. *Journal of Insect Science* 10: 1–17.
- Sakellariou D and Galanidou N** 2017 Aegean Pleistocene Landscapes Above and Below Sea-Level: Palaeogeographic Reconstruction and Hominin Dispersals. In Bailey GN, Harff J, and Sakellariou D (eds.) *Under the Sea: Archaeology and Palaeolandscapes of the Continental Shelf* pp. 335–359. Springer International Publishing, Cham
- Salata S, Borowiec L and Trichas A** 2018 Taxonomic Revision of the Cretan Fauna of the Genus *Temnothorax* Mayr, 1861 (Hymenoptera: Formicidae), with Notes on the Endemism of Ant Fauna of Crete. *Annales Zoologici* 68: 769–808.
- Sarris A, Maniadakis M, Lazaridou O, Kalogrias V, Bariotakis M and Pirtintzos SA** 2005 Studying land use patterns in Crete Island, Greece, through a time sequence of landsat images and mapping vegetation patterns. *WSEAS Transactions on Environment and Development* 1: 272–279.
- Schirmel J, Buchholz S and Fartmann T** 2010 Is pitfall trapping a valuable sampling method for grassland Orthoptera?. *Journal of Insect Conservation* 14: 289–296.



- Schmitt T** 2007 Molecular biogeography of Europe: Pleistocene cycles and postglacial trends. *Frontiers in Zoology* 4: 11.
- Sfenthourakis S** 1992 Altitudinal Effect on Species Richness of Oniscidea (Crustacea; Isopoda) on Three Mountains in Greece. *Global Ecology and Biogeography Letters* 2: 157.
- Sfenthourakis S, Anastasiou I and Strutenschi T** 2005 Altitudinal terrestrial isopod diversity. *European Journal of Soil Biology* 41: 91–98.
- Sfenthourakis S and Legakis A** 2001 Hotspots of endemic terrestrial invertebrates in southern Greece. *Biodiversity & Conservation* 10: 1387–1417.
- Sfenthourakis S, Skouras D and Anastasiou Y** 2012 A comparison of terrestrial isopod communities among different habitat types on Mt. Chelmos (Peloponnisos, Greece). *Journal of Biological Research* 18: 198 – 204.
- Sfenthourakis S and Triantis KA** 2017 The Aegean archipelago: a natural laboratory of evolution, ecology and civilisations. *Journal of Biological Research-Thessaloniki* 24: 4.
- Siedle K, Tumbrinck J and Tzirkalli E** 2016 Grasshoppers, locusts and crickets. In Sparrow D and John E (eds.) *An Introduction to the Wildlife of Cyprus* p. 22. Terra Cypria
- Simões PM, Ott SR and Niven JE** 2016 Environmental adaptation, phenotypic plasticity, and associative learning in insects: the desert locust as a case study. *Integrative and Comparative Biology* 56: 914–924.
- Sirin D, Eren O and Çıplak B** 2010 Grasshopper diversity and abundance in relation to elevation and vegetation from a snapshot in Mediterranean Anatolia: role of latitudinal position in altitudinal differences. *Journal of Natural History* 44: 1343–1363.
- Sofrane Z, Dupont S, Christidès JP, Doumandji S and Bagnères A-G** 2015 Revision of the systematics of the genus *Calliptamus* Serville 1831, (Orthoptera: Acrididae: Calliptaminae) in Algeria using morphological, chemical, and genetic data. *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)* 51: 78–88.
- Southwood T** 1966 *Ecological Methods*. Methuen & Co Ltd, London
- Sperber C, Vieira G and Mendes M** 2003 Improving litter cricket (Orthoptera: Gryllidae) sampling with pitfall traps. *Neotropical Entomology* 32: 733–735.
- Sperber CF, Lopes-Andrade C, Rocha A, Soares SM and Pengel HO** 2001 Why do crickets (Orthoptera: Grylloidea) fall in pitfall traps?. *Montpellier* p.
- Stahi N and Derjanski V** 2011 a-Faunistic data on Orthoptera insects from the Scientific Reserve “Plaiul Fagului”(Republic of Moldova). *Muzeul Olteniei Craiova. Oltenia. Studii și comunicări. Științele Naturii* 27: 81–86.
- Stalling T** 2017 A new species of ant-loving cricket *Myrmecophilus* Berthold, 1827 from Cyprus (Orthoptera: Myrmecophilidae). *Zoology in the Middle East* 63: 63–67.
- Strid A** 1993 Phytogeographical aspects of the Greek mountain flora. *Fragmenta Floristica et Geobotanica. Supplementum* 2: 411–433.
- Szinwelski N, Fialho V, Yotoko K, Seleme L and Sperber C** 2012 Ethanol fuel improves arthropod capture in pitfall traps and preserves DNA. *ZooKeys* 196: 11–22.
- Szinwelski N, Yotoko KSC, Solar R, Seleme LR and Sperber CF** 2013 Ethanol Fuel Improves Pitfall Traps Through Rapid Sinking and Death of Captured Orthopterans. *Environmental Entomology* 42: 758–762.

- Tanaka S** 1993 Allocation of resources to egg production and flight muscle development in a wing dimorphic cricket, *Modicogryllus confirmatus*. *Journal of Insect Physiology* 39: 493–498.
- Taylan MS and Şirin D** 2016 Speciation of the genus *Dolichopoda* in Anatolia with reference to the role of ancient central lake system. *Insect Systematics & Evolution* 47: 267–283.
- Tilmans J** 2002 *Eupholidoptera jacquelineae* spec. nov. from the Greek island of Gavdos, south of Crete (Orthoptera: Tettigoniidae). *Journal of Orthoptera Research* 11: 157–161.
- Tilmans J, Odé B and Willemse L** 2016 *Rhacocleis andikithirensis* a New Bush-Cricket from Greece (Orthoptera: Tettigoniidae: Tettigoniinae). *Journal of Orthoptera Research* 25: 25–38.
- Triantis K and Mylonas M** 2009 Greek islands, biology. *Encyclopedia of islands* pp. 388–392. University of California Press, Berkeley, CA, USA
- Trichas A, Lagkis A, Triantis KA, Poulakakis N and Chatzaki M** 2008 Biogeographic patterns of tenebrionid beetles (Coleoptera, Tenebrionidae) on four island groups in the south Aegean Sea. *Journal of Natural History* 42: 491–511.
- Trichas A, Smirli M, Papadopoulou A, Anastasiou I, Keskin B and Poulakakis N** 2020 Dispersal versus vicariance in the Aegean: combining molecular and morphological phylogenies of eastern Mediterranean *Dendarus* (Coleoptera, Tenebrionidae) shed new light on Aegean phylogeography. *Zoological Journal of the Linnean Society* (in press)
- Trigas P, Panitsa M and Tsiftsis S** 2013 Elevational Gradient of Vascular Plant Species Richness and Endemism in Crete – The Effect of Post-Isolation Mountain Uplift on a Continental Island System. *PLoS ONE* 8: e59425.
- Tzedakis PC** 1993 Long-term tree populations in northwest Greece through multiple Quaternary climatic cycles. *Nature* 364: 437–440.
- Ullrich B** 2007 Phylogeny of the bush cricket genus *Poecilimon* Fischer, 1853 (Orthoptera: Phaneropteridae) inferred from mitochondrial and nuclear markers. PhD Thesis, Universität Bielefeld
- Vellend M, Verheyen K, Flinn KM, Jacquemyn H, Kolb A, Van Calster H, Peterken G, Graae BJ, Bellemare J, Honnay O, Brunet J, Wulf M, Gerhardt F and Hermy M** 2007 Homogenization of forest plant communities and weakening of species- Environment relationships via agricultural land use. *Journal of Ecology* 95: 565–573.
- Vigna Taglianti A, Biondi M, Carpaneto GM, Biase AD, Fattorini S, Piattella E, Sindaco R, Venchi A and Zapparoli M** 1999 A proposal for a chorotype classification of the Near East fauna, in the framework of the Western Palearctic region. *Biogeographia–The Journal of Integrative Biogeography* 20: 30.
- Vogiatzakis I, Griffiths GH and Mannion AM** 2003 Environmental factors and vegetation composition, Lefka Ori massif, Crete, S. Aegean. *Global ecology and Biogeography* 12: 131–146.
- Vogiatzakis I and Rackham O** 2008 Crete. *Mediterranean Island Landscapes* pp. 245–270. Springer
- Wachter DH, O'Neill KM and Kemp WP** 1998 Grasshopper (Orthoptera: Acrididae) Communities on an Elevational Gradient in Southwestern Montana. *Journal of the Kansas Entomological Society* 71: 35–43.

- Weeks Jr RD and McIntyre NE** 1997 A comparison of live versus kill pitfall trapping techniques using various killing agents. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 82: 267–273.
- Werner F** 1903 Über die von Herrn Dr. Karl Grafen Attems aus Kreta mitgebrachten Orthopteren. *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien* 48: 153–156.
- Wettstein W and Schmid B** 1999 Conservation of arthropod diversity in montane wetlands: effect of altitude, habitat quality and habitat fragmentation on butterflies and grasshoppers. *Journal of Applied Ecology* 36: 363–373.
- Willemse F** 1984 Fauna Graeciae I: Catalogue of the Orthoptera of Greece. Hellenic Zoological Society, Athens
- Willemse F** 1985 Supplementary notes on the Orthoptera of Greece. Hellenic Zoological Society
- Willemse F and Heller KG** 2001 Two new species of *Eupholidoptera* Maran (Orthoptera, Tettigoniidae) from Crete with a checklist and key to the species. *Tijdschrift voor Entomologie* 144: 329–343.
- Willemse F and Kruseman G** 1976 Orthopteroidea of Crete. *Tijdschrift voor entomologie* 119: 123–164.
- Willemse F and Willemse L** 2005 Two new cryptic aberrant species of *Rhacocleis* Fieber 1853, living under stones in the mountains of Greece (Orthoptera, Tettigoniidae). *Journal of Orthoptera Research* 14: 161–172.
- Willemse F and Willemse L** 2008 An annotated checklist of the Orthoptera-Saltatoria from Greece including an updated bibliography. Deutsche Gesellschaft für Orthopterologie
- Willemse LPM, Hochkirch A, Kati V, Papapavlou K, Tzirkalli E and Heller KG** 2016 *Tropidopola graeca*. <<https://www.iucnredlist.org>>
- Willemse LPM, Kleukers RMJC and Odé B** 2018a Grasshoppers of Greece. EIS Kenniscentrum Insecten & Naturalis Biodiversity Center, Leiden
- Willemse LPM, Kleukers RMJC and Odé B** 2018b Grasshoppers of Greece (μυρρ). (B Κατή, Tran) p.. EIS Kenniscentrum Insecten & Naturalis Biodiversity Center, Leiden
- Wittmann H, Illich I and Nowotny G** 2018 Orthopteren-Beobachtungen auf der Insel Kreta (Griechenland). *Salzburger Entomolog. Arbeitsgem. Haus der Natur, Newsletter, Sonderausg*: 1–25.
- Wolda H** 1987 Altitude, habitat and tropical insect diversity. *Biological Journal of the Linnean Society* 30: 313–323.
- Zaller JG, Kerschbaumer G, Rizzoli R, Tiefenbacher A, Gruber E and Schedl H** 2015 Monitoring arthropods in protected grasslands: comparing pitfall trapping, quadrat sampling and video monitoring. *Web Ecology* 15: 15–23.
- Βαρδινोगιάννη Κ** 1994 Βιογεωγραφία των χερσαίων σαλιγκαριών στο νότιο αιγαιακό τόξο. Πανεπιστήμιο της Αθήνας Τμήμα Βιολογίας, Αθήνα
- Λυμπεράκης Π** 2003 Ύψομετρική διαφοροποίηση της πανίδας των Λευκών Ορέων Κρήτης. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο της Αθήνας Τμήμα Βιολογίας, Αθήνα
- Μπολανάκης Γ** 2019 Η σαπροξυλική κολεοπτεροπανίδα της Κρήτης. Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Κρήτης. Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Βιολογίας, Ηράκλειο
- Ντάφης Σ, Παπαστεργιάδου Ε, Λαζαρίδου Ε and Τσιαφούλη Μ** 2001 Τεχνικός Οδηγός Αναγνώρισης, Περιγραφής και Χαρτογράφησης Τύπων Οικοτόπων της Ελλάδας. *Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (EKBY)*

- Τριγιάς Α** 1996 Οικολογία και Βιογεωγραφία των εδαφικών κολεοπτέρων στο νότιο Αιγαίο με έμφαση στη Σύνθεση, Εποχιακή & Βιοτοπική διαφοροποίηση και Ζωογεωγραφία των οικογενειών Carabidae και Tenebrionidae. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας, Ηράκλειο
- Χατζάκη Μ** 2003 Η εδαφική αραχνοπανίδα της Κρήτης (οικογένεια Gnaphosidae): συστηματική, οικολογία και βιογεωγραφία. PhD Thesis, Πανεπιστήμιο Κρήτης. Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Βιολογίας, Ηράκλειο
- Горохов А** 1984 О классификации современных сверчковых (Orthoptera, Grylloidea) с описанием новых таксонов. *Зоологический журнал* 63: 1641–1651.

## 7. Παραρτήματα

### Παράρτημα 1. Πίνακας ειδών της Κρήτης.

Ο πίνακας περιλαμβάνει τους χωροτύπους, τις βιομορφές, το καθεστώς κινδύνου, την ικανότητα πτήσης των 78 ειδών της Κρήτης. Για τις ερμηνείες των κωδικών των χωροτύπων βλέπε την Ενότητα 2.4), των βιομορφών την Ενότητα 1.3.7.2). Με \* σημειώνονται τα είδη που αποτελούν νέες αναφορές για την Κρήτη. Με κίτρινο σημειώνονται τα κρητικά ενδημικά είδη.

Είδος	Βιομορφή	Ικανότητα πτήσης	Χωρότυπος	Κατηγορία εξάπλωσης	Καθεστώς Κινδύνου
<i>Acheta domesticus</i>	G	Good flier	COS	WID	LC
<i>Acrida turrita</i>	G-Ch	Good flier	AFM	WID	LC
<i>Acrometopa cretensis</i>	Th	Good flier	AEG	NAR	LC
<i>Acrometopa servillea</i>	Ch	Good flier	SEE	NAR	LC
<i>Acrotylus insubricus</i>	G	Good flier	AFM	WID	LC
<i>Acrotylus longipes</i>	G	Good flier	MED	MEDI	NT
<i>Acrotylus patruelis</i>	G	Good flier	AFM	WID	LC
<i>Aiolopus strepens</i>	G-Ch	Good flier	MED	MEDI	LC
<i>Aiolopus thalassinus</i>	Ch	Good flier	COS	WID	LC
<i>Anacridium aegyptium</i>	Th	Good flier	TUM	WID	LC
<i>Arachnocephalus vestitus</i>	Th	Bad flier	MED	MEDI	LC
<i>Calliptamus barbarus</i>	G	Good flier	COS	WID	LC
<i>Calliptamus italicus</i>	G-Ch	Good flier	COS	WID	LC
<i>Chorthippus biroi</i>	G	Bad flier	AEG	NAR	LC
<i>Chorthippus bornhalmi</i>	Ch-Th	Good flier	SEE	NAR	LC
<i>Conocephalus fuscus</i>	Ch	Good flier	COS	WID	LC
<i>Decticus albifrons</i>	Ch	Good flier	TUM	WID	LC
<i>Doclostaurus maroccanus</i>	G-Ch	Good flier	TUM	WID	LC
<i>Dolichopoda paraskevi</i>	G	Bad flier	CRET	NAR	NT
<i>Eumodicogryllus bordigalensis</i>	G	Good flier	SEE	NAR	LC
<i>Eupholidoptera annamariae</i>	Th	Bad flier	CRET	NAR	VU
<i>Eupholidoptera astyla</i>	Th	Bad flier	CRET	NAR	EN
<i>Eupholidoptera cretica</i>	Th	Bad flier	CRET	NAR	VU
<i>Eupholidoptera feri</i>	Th	Bad flier	CRET	NAR	CR
<i>Eupholidoptera forcipata</i>	Th	Bad flier	CRET	NAR	VU
<i>Eupholidoptera gemellata</i>	Th	Bad flier	CRET	NAR	VU
<i>Eupholidoptera giuliae</i>	Th	Bad flier	CRET	NAR	VU
<i>Eupholidoptera jacquelineae</i>	Th	Bad flier	CRET	NAR	VU
<i>Eupholidoptera latens</i>	Th	Bad flier	CRET	NAR	VU

<i>Eupholidoptera mariannae</i>	Th	Bad flier	CRET	NAR	VU
<i>Eupholidoptera pallipes</i>	Th	Bad flier	CRET	NAR	VU
<i>Eupholidoptera smyrnensis</i>	Th	Bad flier	SEE	NAR	LC
<i>Gryllomorpha cretensis</i>	G	Bad flier	CRET	NAR	DD
<i>Gryllomorpha dalmatina</i>	G	Bad flier	MED	MEDI	LC
<i>Gryllotalpa cf. stepposa</i>	G	Bad flier	TUM	WID	LC
<i>Gryllus bimaculatus</i>	G	Good flier	COS	WID	LC
<i>Heteracris littoralis</i>	Ch-Th	Good flier	INM	WID	NT
<i>Incertana incerta</i>	Th	Bad flier	SEE	NAR	LC
<i>Locusta migratoria</i>	Ch	Good flier	COS	WID	LC
<i>Myrmecophilus myrmecophilus</i>	G	Bad flier	MED	MEDI	LC
<i>Myrmecophilus ochraceus</i>	G	Bad flier	MED	MEDI	LC
* <i>Natula averni</i>	Ch	Good flier	MED	MEDI	VU
<i>Ochrilidia pruinosa</i>	Ch	Good flier	SEE	NAR	EN
<i>Oecanthus dulcisonans</i>	Ch-Th	Good flier	MED	MEDI	LC
<i>Oecanthus pellucens</i>	Ch-Th	Good flier	EUR	WID	LC
<i>Oedaleus decorus</i>	G	Good flier	TUM	WID	LC
<i>Oedipoda caerulea</i>	G	Good flier	COS	WID	LC
<i>Oedipoda venusta</i>	G	Good flier	AEG	NAR	LC
<i>Orchamus raulinii</i>	Th	Bad flier	CRET	NAR	VU
<i>Ovaliptila lindbergi</i>	G	Bad flier	CRET	NAR	LC
* <i>Paramogoplistes novaki</i>	G	Bad flier	SEE	NAR	DD
<i>Paratettix meridionalis</i>	Ch	Good flier	TUM	WID	LC
<i>Pezotettix giornae</i>	G-Ch	Bad flier	MED	MEDI	LC
<i>Phaneroptera nana</i>	Th	Good flier	MED	MEDI	LC
<i>Platycleis affinis</i>	Ch	Good flier	TUM	WID	LC
<i>Platycleis albopunctata cretica</i>	Th	Bad flier	CRET	NAR	DD
<i>Platycleis escaleraei</i>	Ch-Th	Good flier	TUM	WID	LC
<i>Platycleis intermedia</i>	Th	Good flier	TUM	WID	LC
<i>Poecilimon cretensis</i>	Th	Bad flier	CRET	NAR	LC
<i>Pseudomogoplistes squamiger</i>	G	Bad flier	MED	MEDI	LC
* <i>Pteronemobius heydenii</i>	G	Good flier	COS	WID	LC
<i>Pyrgomorpha conica</i>	Ch	Good flier	AFM	WID	LC
* <i>Rhacocleis andikithirensis</i>	Th	Bad flier	AEG	NAR	LC
<i>Rhacocleis derrai</i>	Th	Bad flier	CRET	NAR	VU
<i>Rhacocleis germanica</i>	Th	Bad flier	SEE	NAR	LC
* <i>Rhacocleis insularis</i>	Th	Bad flier	AEG	NAR	LC
<i>Ruspolia nitidula</i>	Th	Good flier	COS	WID	LC
<i>Sepiana sepium</i>	Ch-Th	Bad flier	SEE	NAR	LC
<i>Sphingonotus caeruleus</i>	G	Good flier	COS	WID	LC
<i>Tetrix depressa</i>	G	Good flier	TUM	WID	LC
<i>Tettigonia viridissima</i>	Th	Good flier	COS	WID	LC
<i>Trigonidium cicindeloides</i>	Ch	Good flier	AFM	WID	LC

<i>Troglophilus spinulosus</i>	G	Bad flier	CRET	NAR	LC
<i>Tropidopola graeca</i>	Ch	Good flier	SEE	NAR	VU
<i>Tropidopola longicornis</i>	Ch	Good flier	LEV	NAR	EN
<i>Truxalis nasuta</i>	G-Ch	Good flier	MED	MEDI	LC
<i>Tylopsis lilifolia</i>	Ch	Good flier	TUM	WID	LC
<i>Uromenus elegans</i>	Th	Bad flier	SEE	NAR	LC

### Υπόμνημα

Βιομορφές: γεωβιόντα: g, θαμνοβιόντα: th, χορτοβιόντα: ch, γεω-χορτοβιόντα: g-ch, θαμνο-χορτοβιόντα: th-ch

Ικανότητα πτήσης: είδος με ικανότητα πτήσης: good flier, είδος χωρίς ικανότητα πτήσης: bad flier

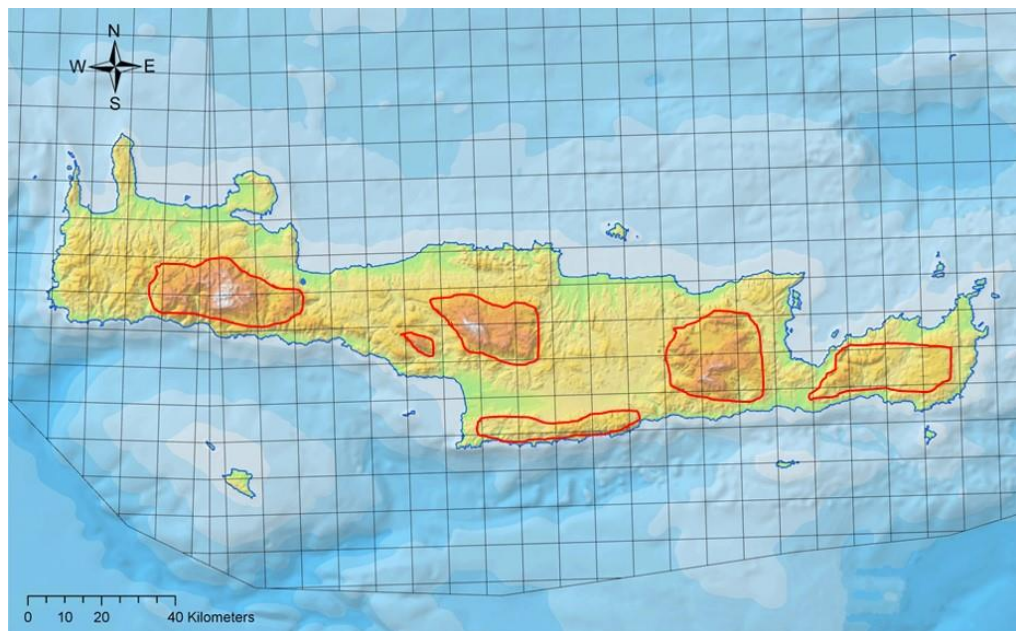
Χωρότυποι: Αιγαϊκά ενδημικά: AEG, Αφροτροπικο-μεσογειακά: AFM, Κοσμοπολίτικα: COS, Κρητικά ενδημικά: CRET, Ευρωπαϊκά: EUR, Ινδομεσογειακά: INM, Λεβαντίνικα: LEV, Μεσογειακά: MED, Νοτιο-ανατολικο-ευρωπαϊκά: SEE, Τουρανο-μεσογειακά: TUM

Κατηγορίες εξάπλωσης: Περιορισμένης εξάπλωσης: NAR, Ευρείας εξάπλωσης: WID, Μεσογειακής εξάπλωσης: MEDI

Καθεστώς κινδύνου: Κρισίμως Κινδυνεύοντα: CR, Κινδυνεύοντα: EN, Τρωτά: VU, Σχεδόν Απειλούμενα: NT, Ελάχιστης Ανησυχίας: LC, Ανεπαρκώς Γνωστά: DD

## Παράρτημα 2. Χάρτες των ορεινών όγκων και ειδών της Κρήτης

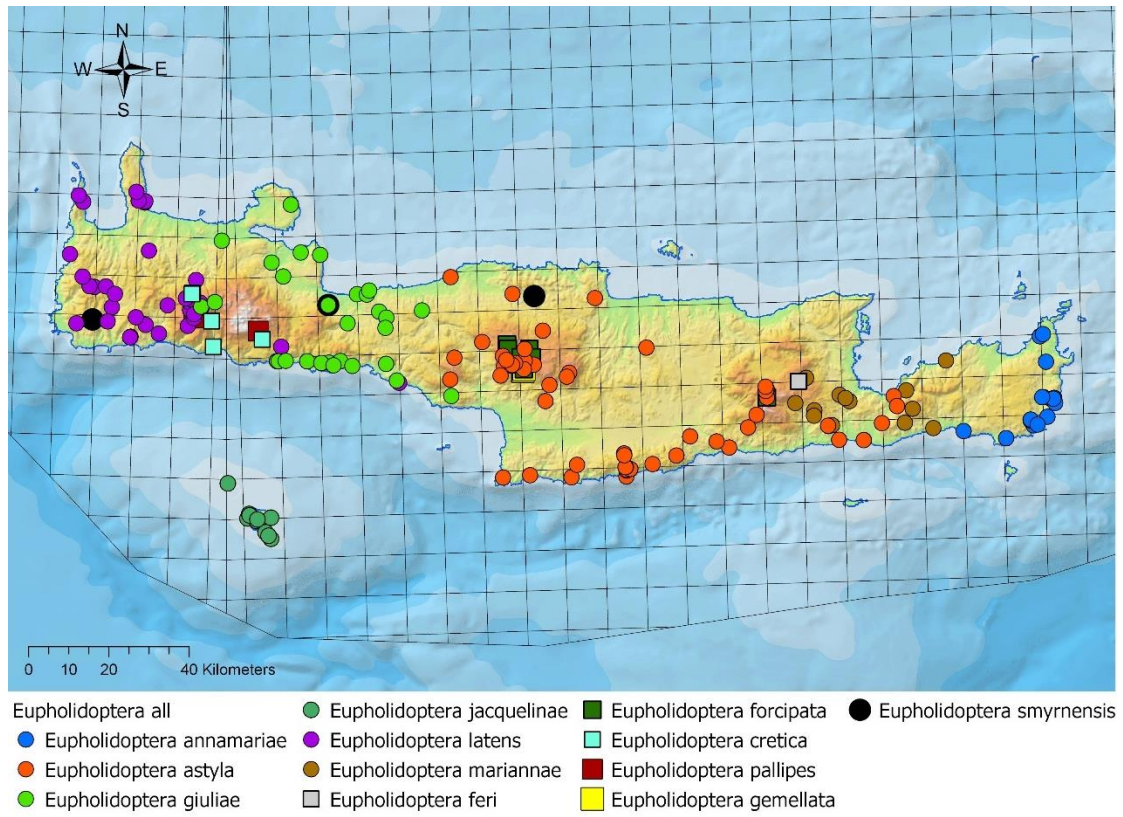
### 2.1 Χάρτης που απεικονίζει τους 6 ορεινούς όγκους της Κρήτης



Εικόνα 56 Οι ορεινοί όγκοι της Κρήτης, όπως αυτοί χρησιμοποιήθηκαν για την ανίχνευση βιογεωγραφικών προτύπων

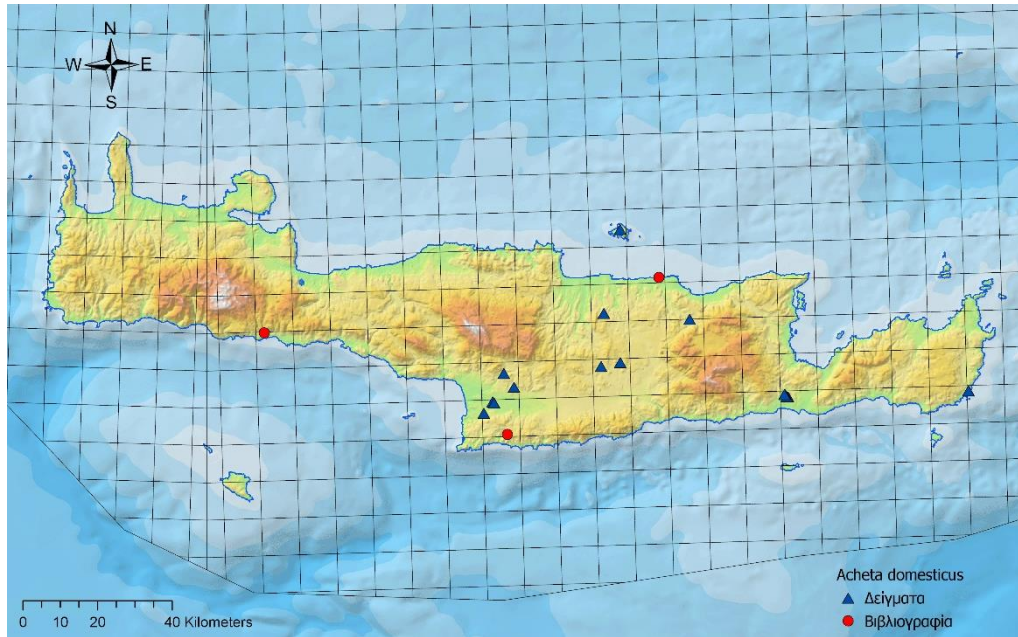
## 2.2 Χάρτες κατανομής των ειδών της Κρήτης που δεν συμπεριλήφθηκαν στον κορμό της εργασίας

### *Ensifera*

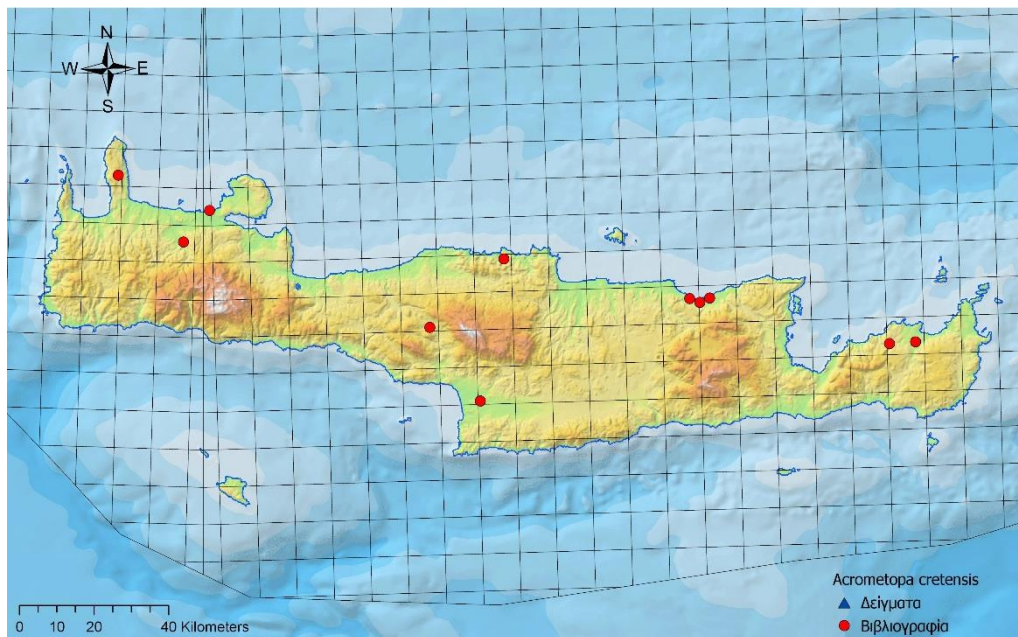


Εικόνα 57 Χάρτης κατανομής του γένους *Eupholidoptera* στην Κρήτη.

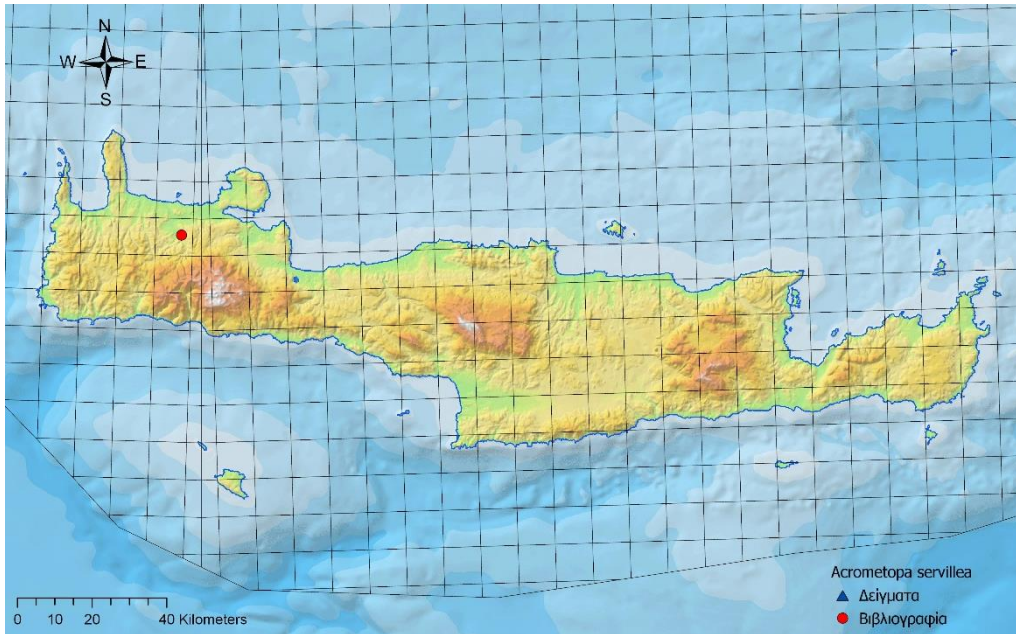




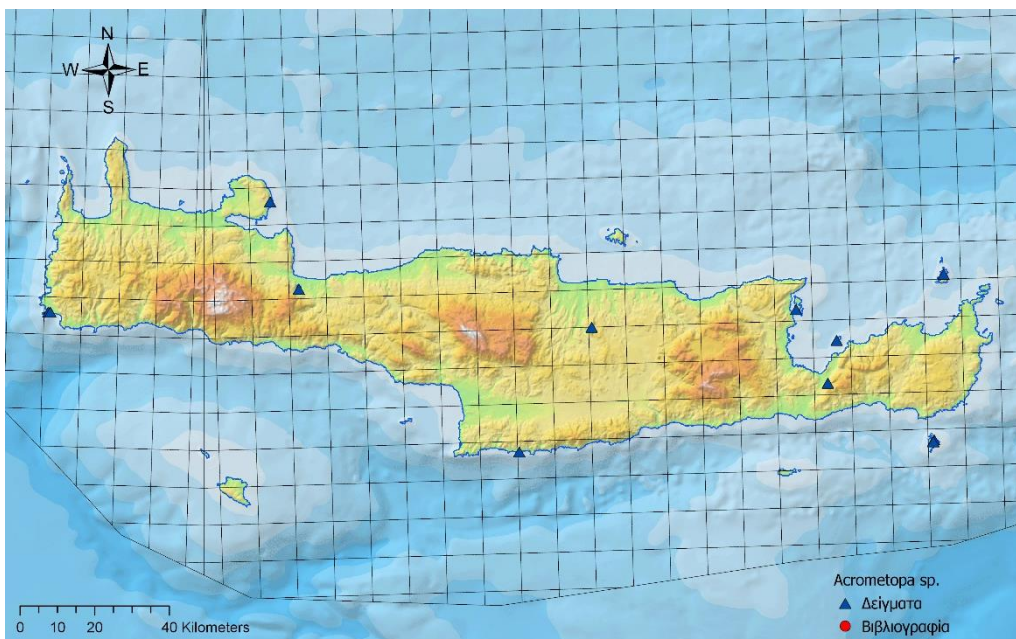
Εικόνα 58 Χάρτης κατανομής του είδους *Acheta domesticus* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



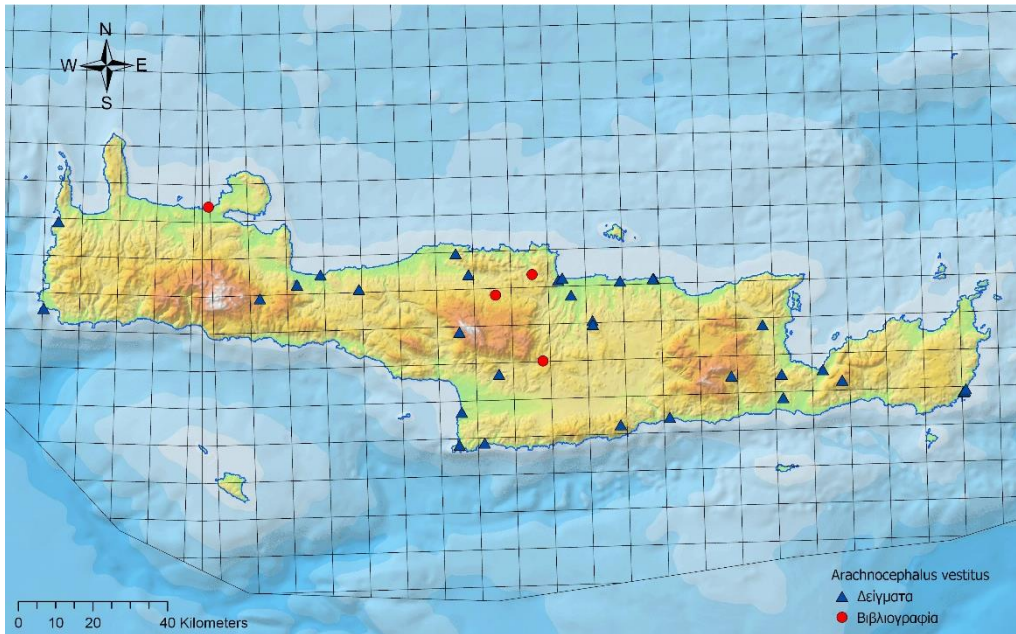
Εικόνα 59 Χάρτης κατανομής του είδους *Acrometopa cretensis* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



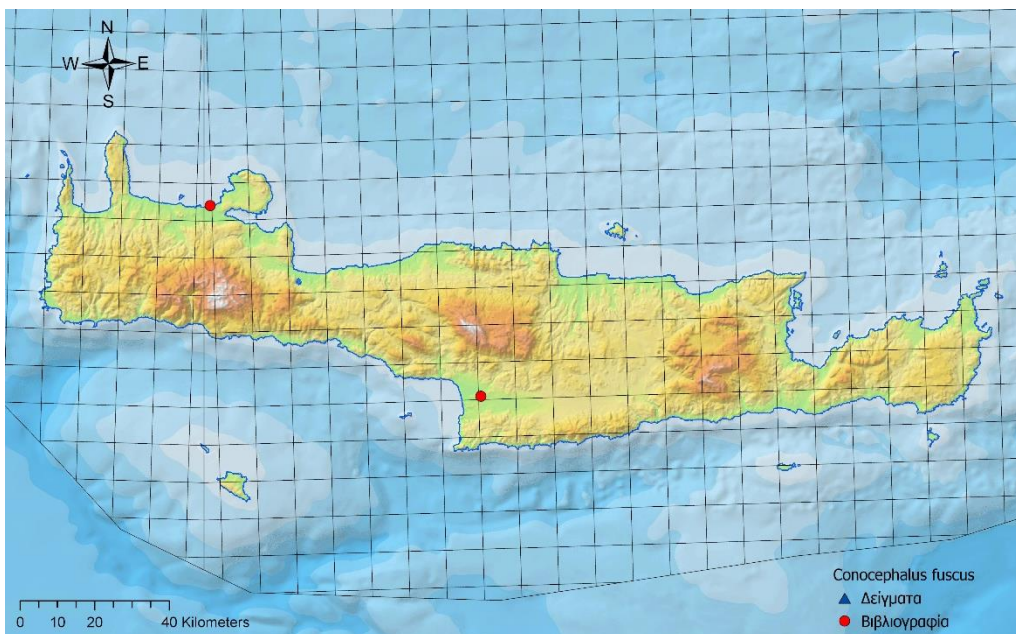
Εικόνα 60 Χάρτης κατανομής του είδους *Acrometopa servillea* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



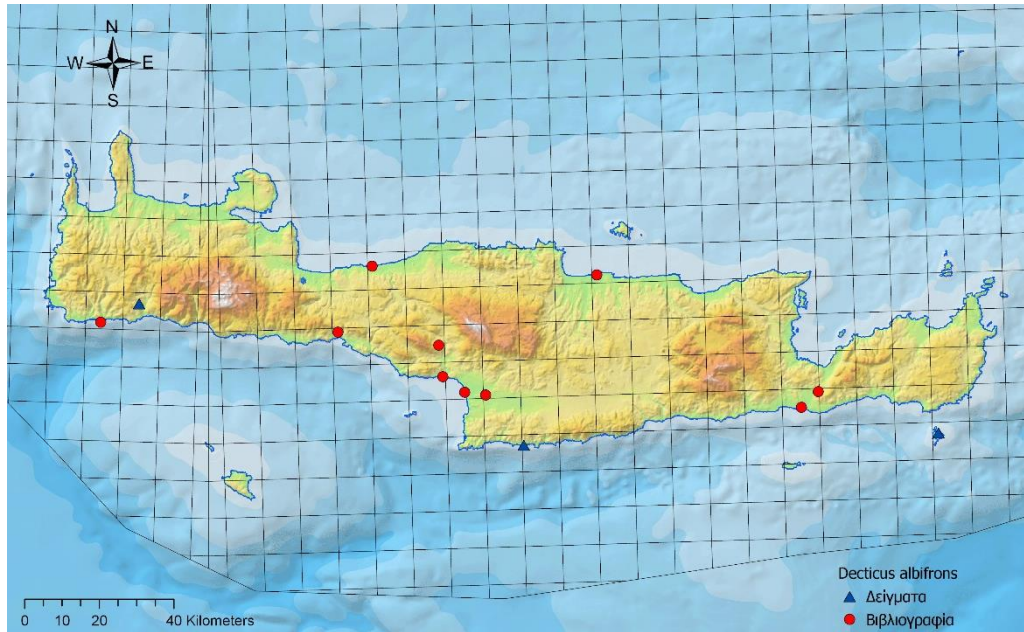
Εικόνα 61 Χάρτης κατανομής του είδους *Acrometopa sp.* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



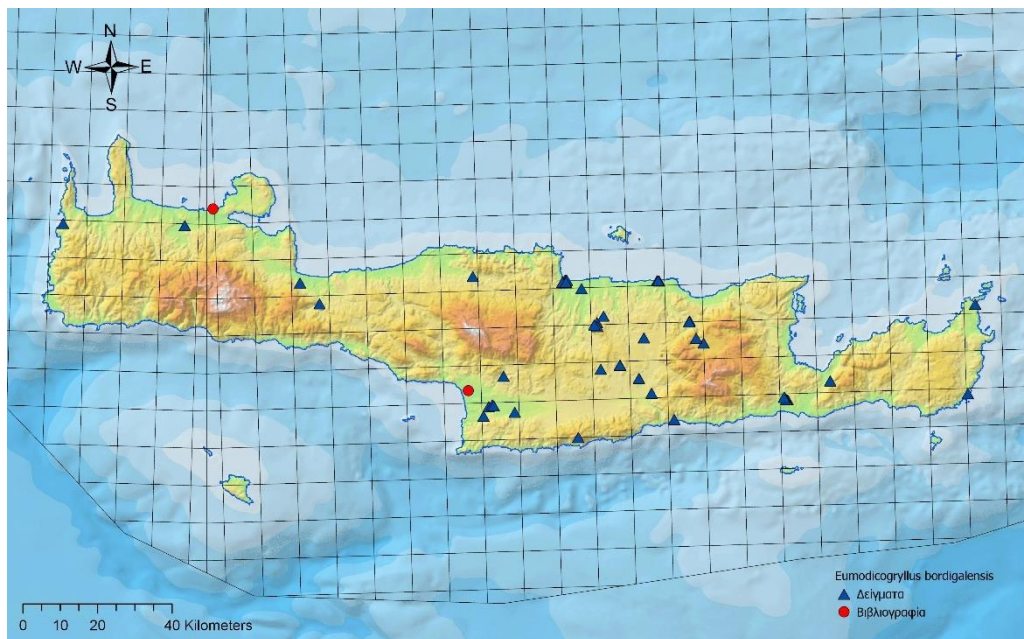
Εικόνα 62 Χάρτης κατανομής του είδους *Arachnocephalus vestitus* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



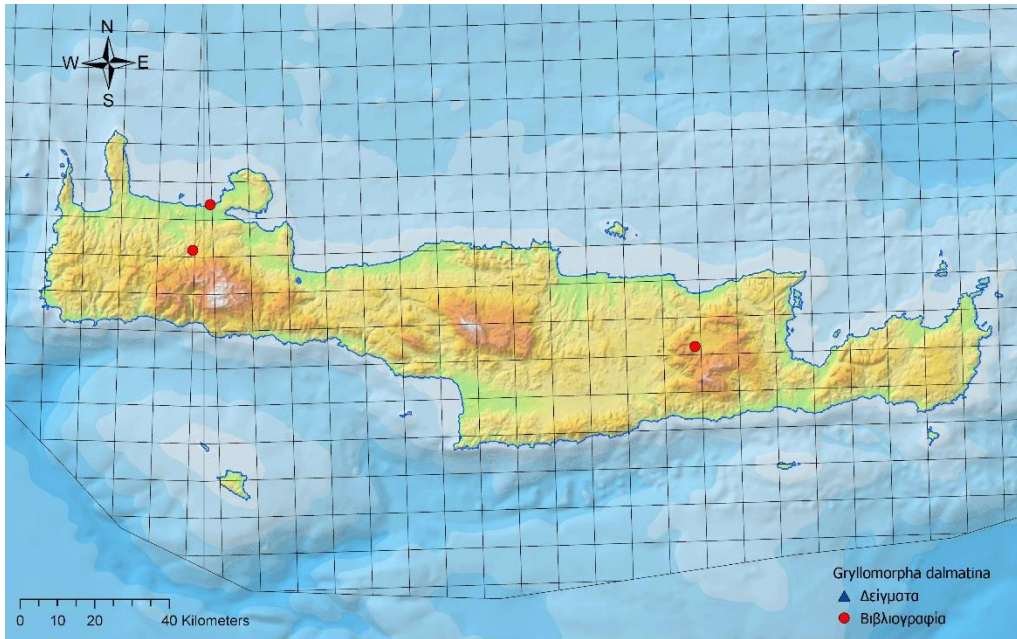
Εικόνα 63 Χάρτης κατανομής του είδους *Conocephalus fuscus* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



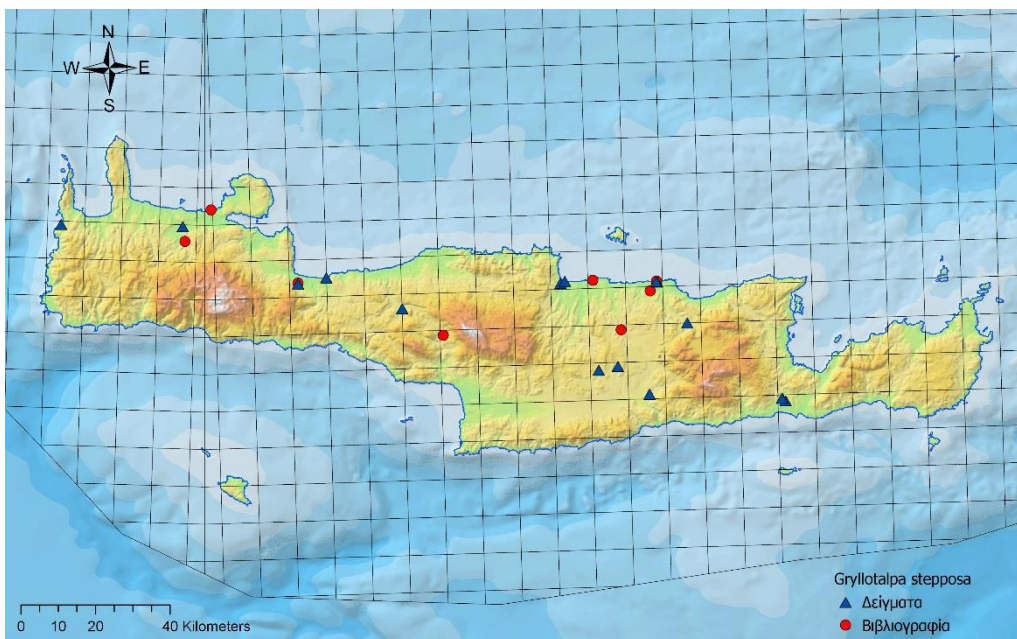
Εικόνα 64 Χάρτης κατανομής του είδους *Decticus albifrons* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



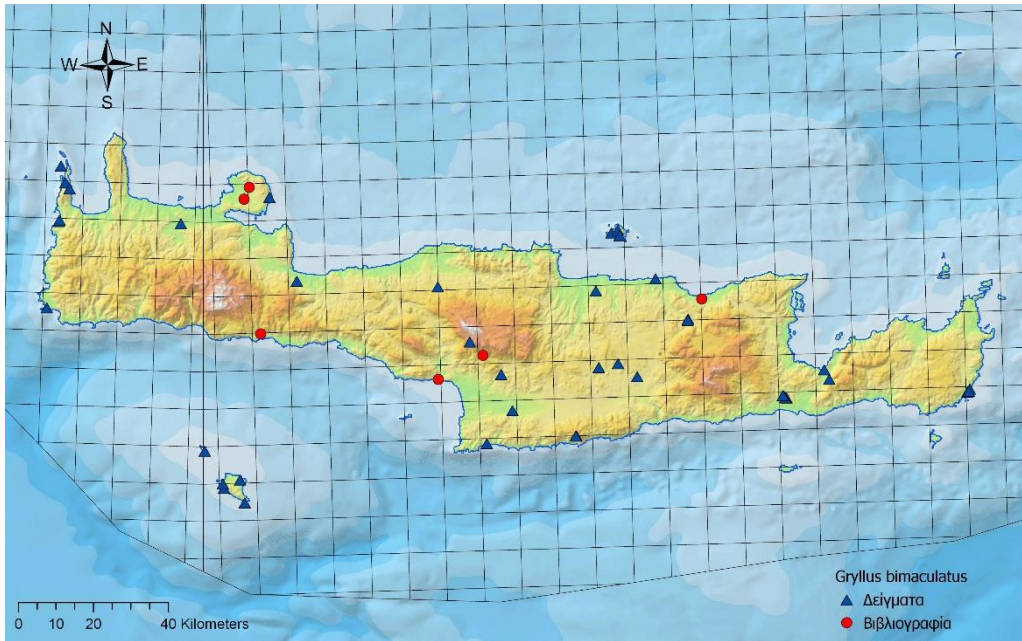
Εικόνα 65 Χάρτης κατανομής του είδους *Eumodicogryllus bordigalensis* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



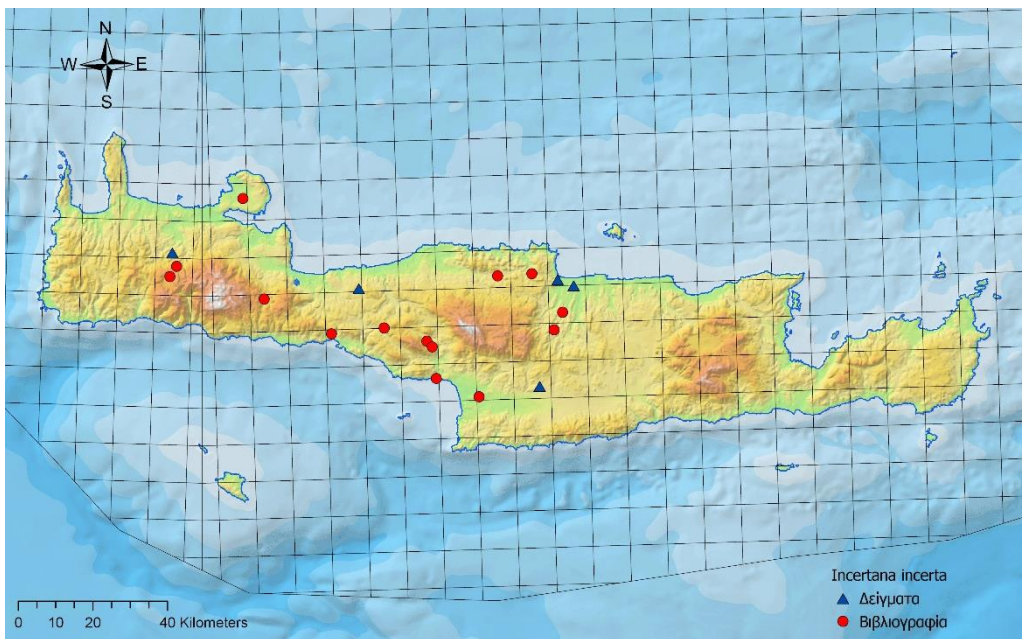
Εικόνα 66 Χάρτης κατανομής του είδους *Gryllomorpha dalmatina* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



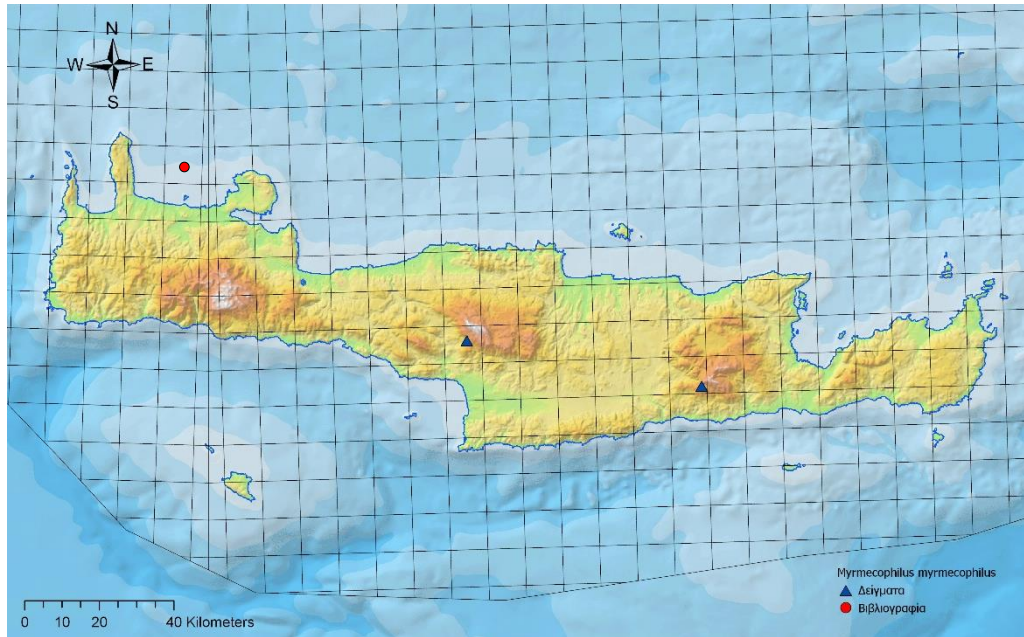
Εικόνα 67 Χάρτης κατανομής του είδους *Gryllotalpa stepposa* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



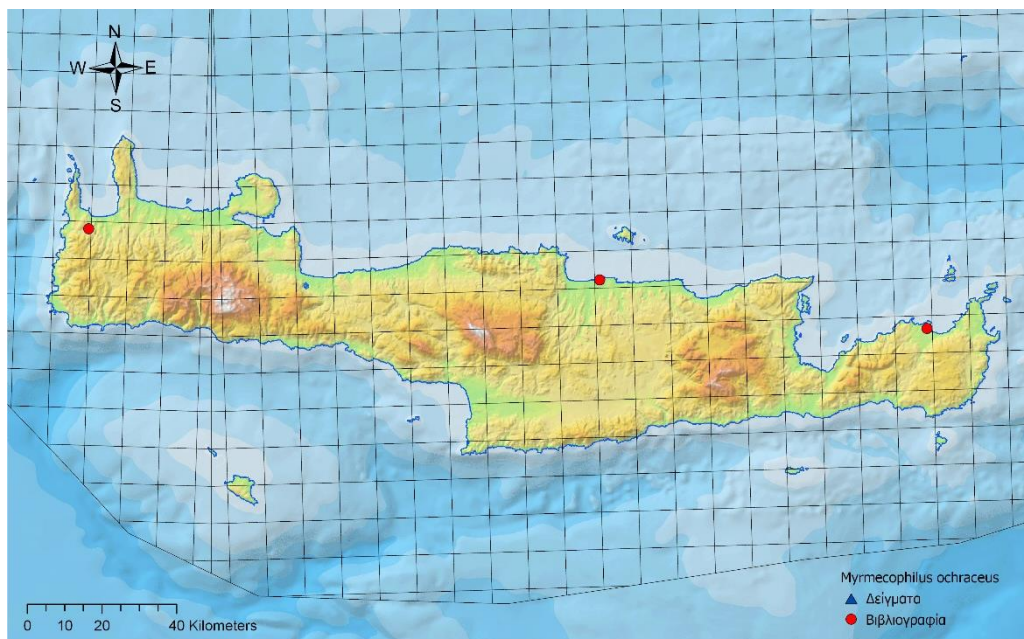
Εικόνα 68 Χάρτης κατανομής του είδους *Gryllus bimaculatus* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



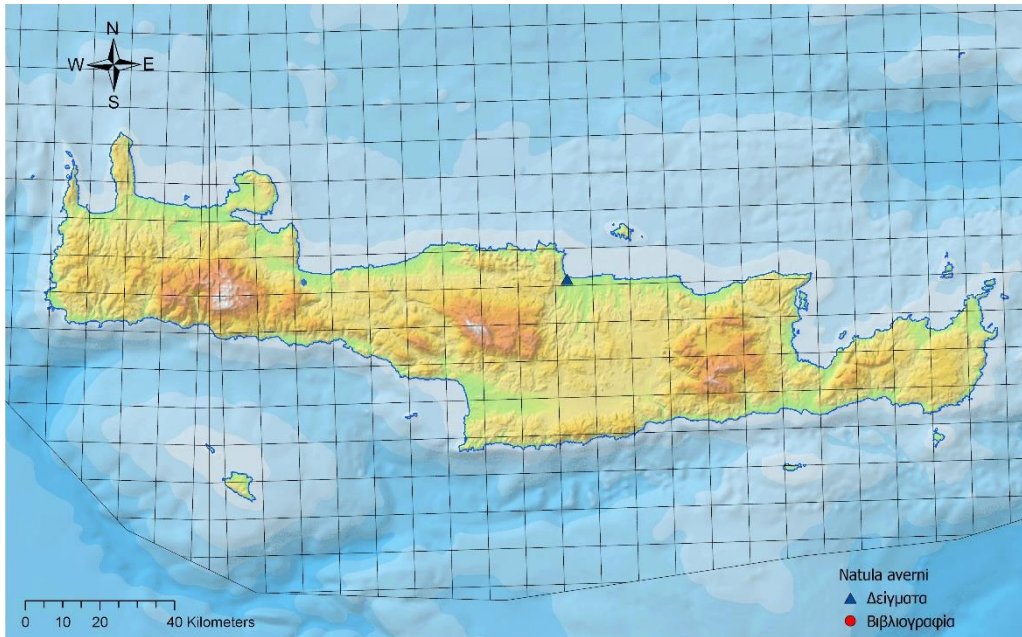
Εικόνα 69 Χάρτης κατανομής του είδους *Incertana incerta* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



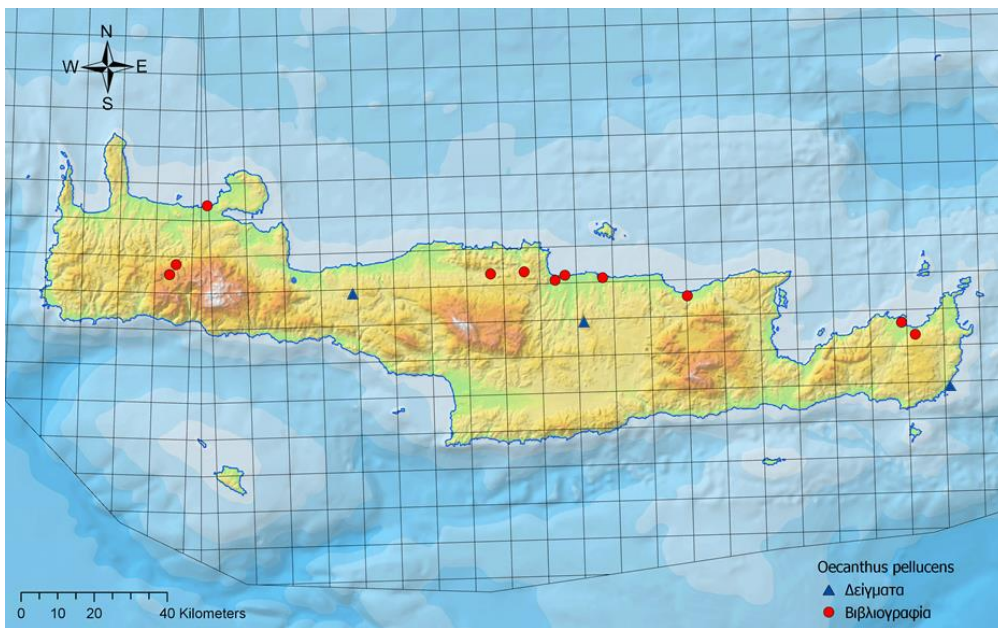
Εικόνα 70 Χάρτης κατανομής του είδους *Myrmecophilus myrmecophilus* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



Εικόνα 71 Χάρτης κατανομής του είδους *Myrmecophilus ochraceus* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

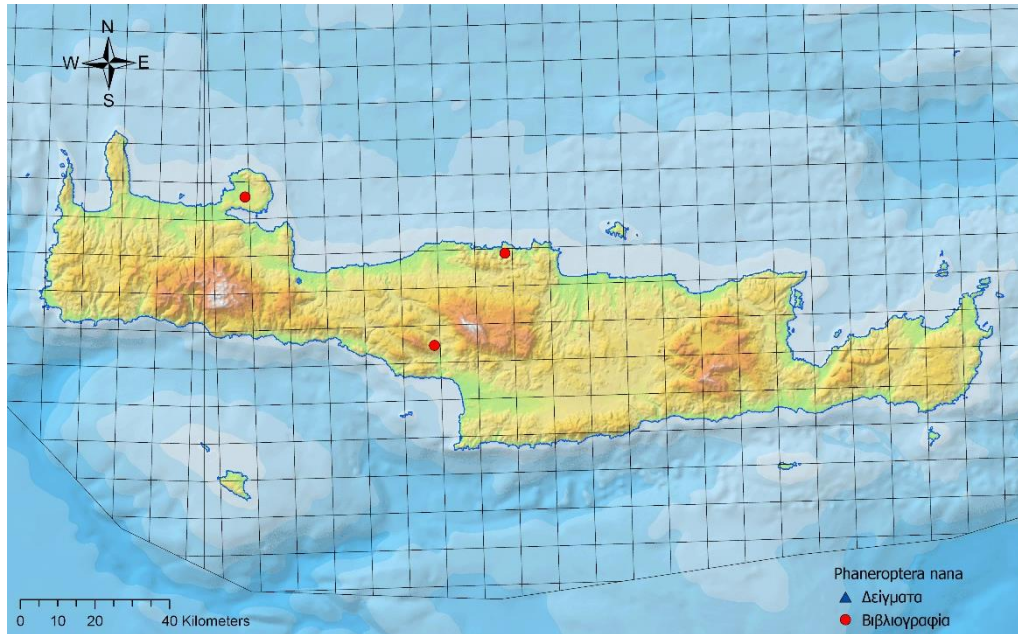


Εικόνα 72 Χάρτης κατανομής του είδους *Natula averni* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

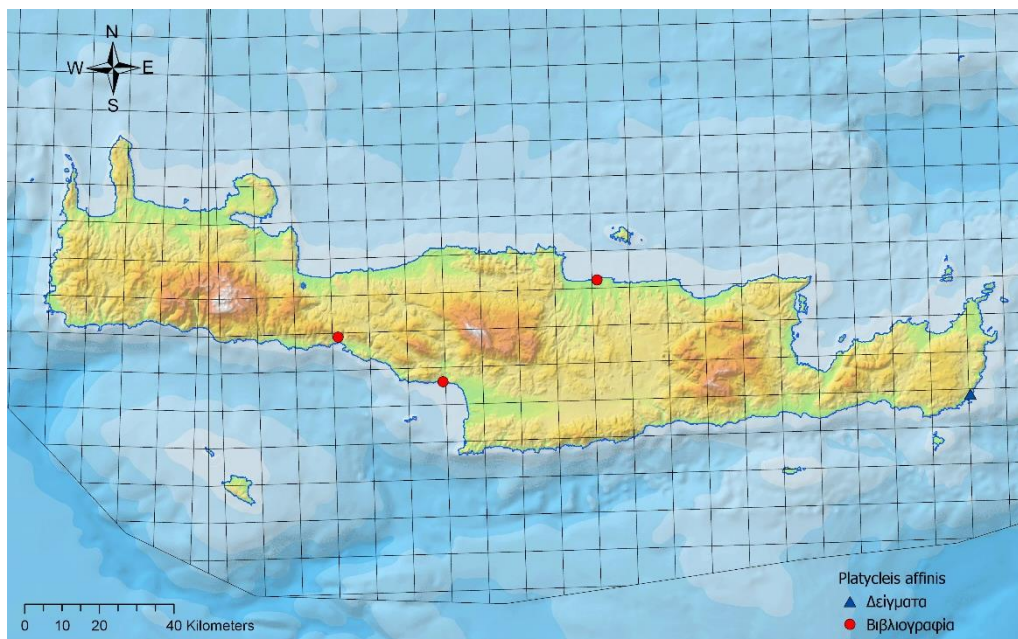


Εικόνα 73 Χάρτης κατανομής του είδους *Oecanthus pellucens* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

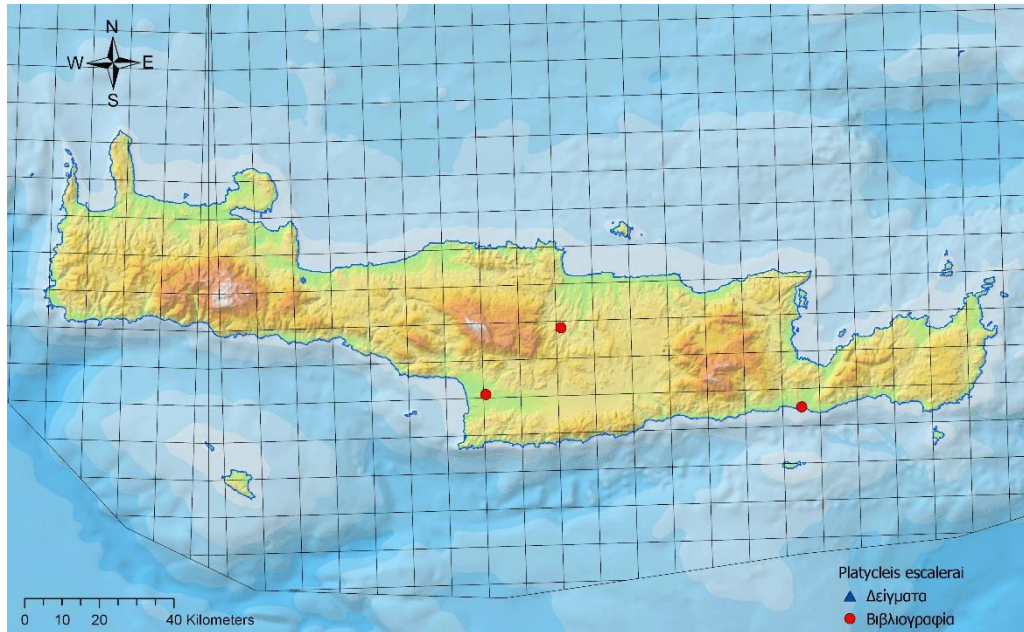




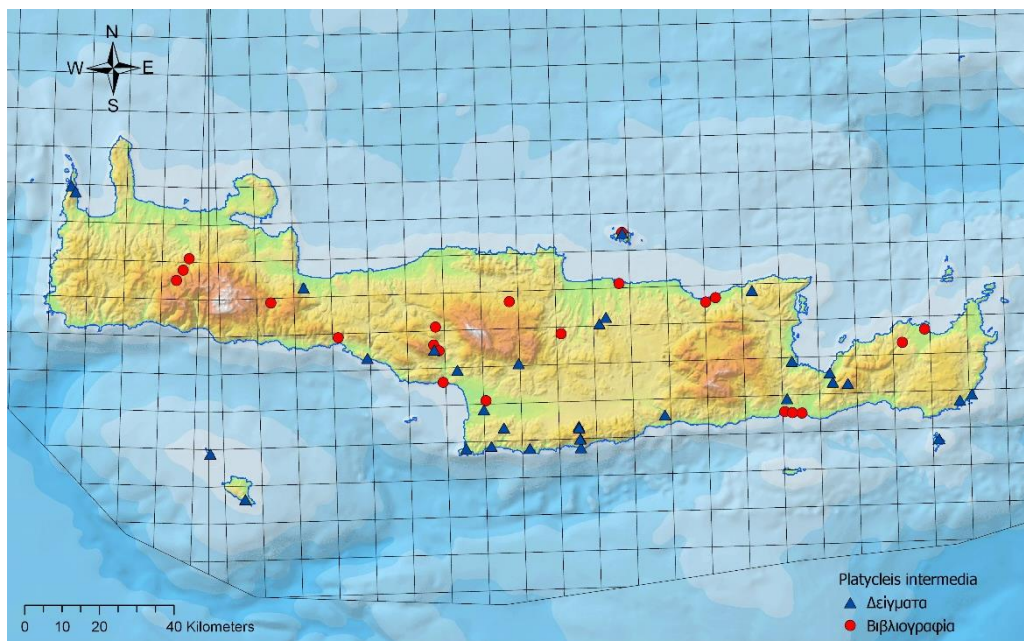
Εικόνα 74 Χάρτης κατανομής του είδους *Phaneroptera nana* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



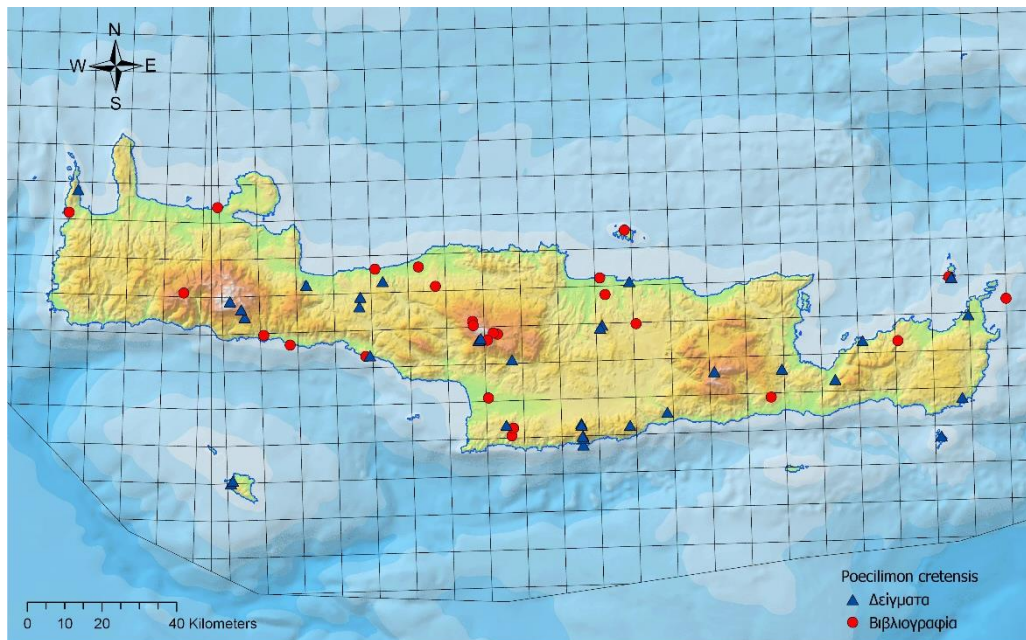
Εικόνα 75 Χάρτης κατανομής του είδους *Platycleis affinis* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



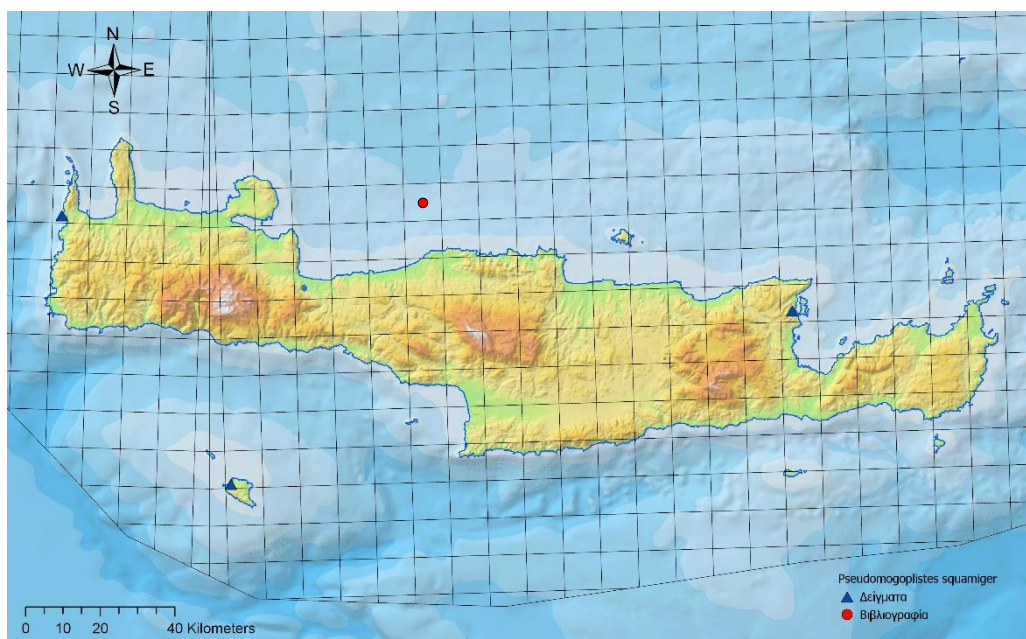
Εικόνα 76 Χάρτης κατανομής του είδους *Platycleis escelerae* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



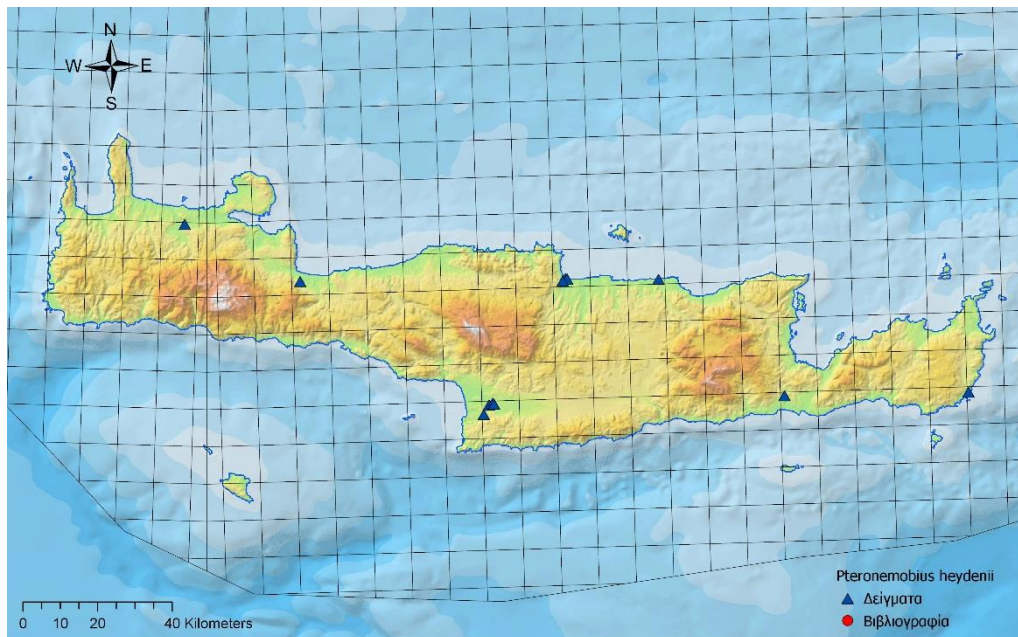
Εικόνα 77 Χάρτης κατανομής του είδους *Platycleis intermedia* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



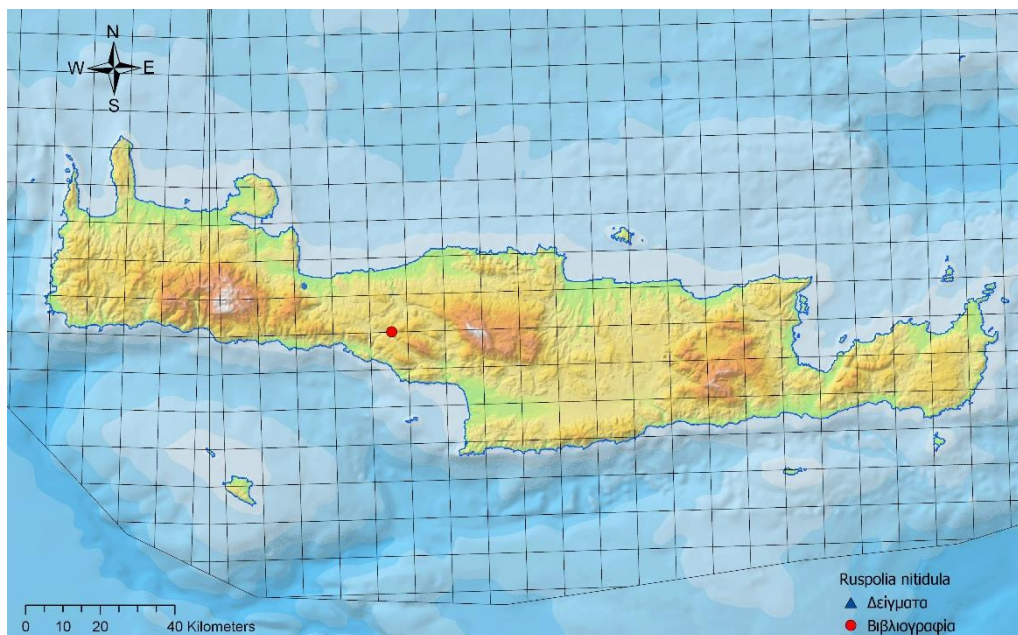
Εικόνα 78 Χάρτης κατανομής του είδους *Poecilimon cretensis* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



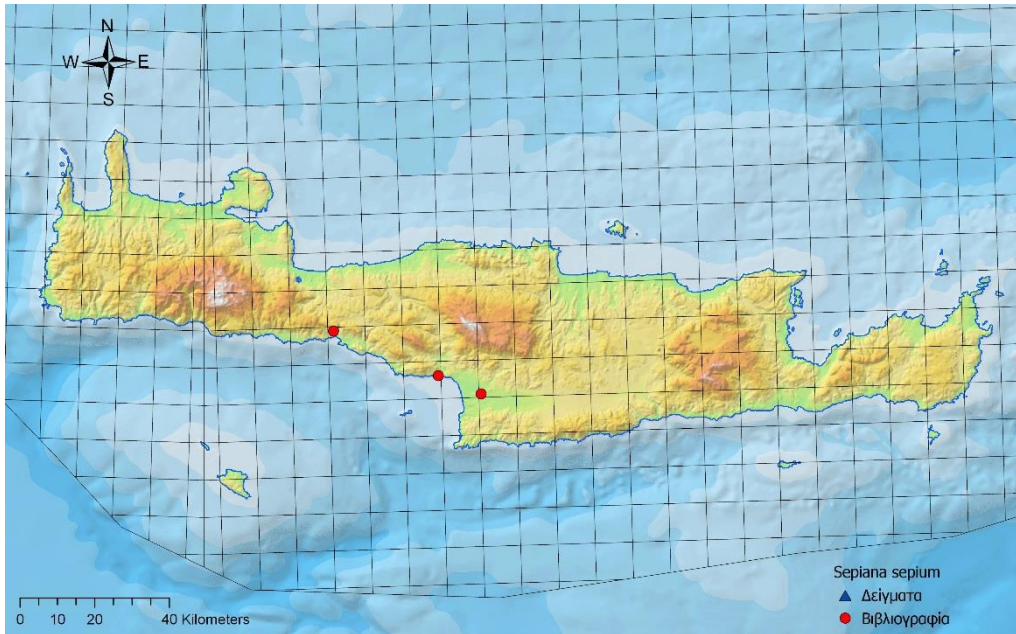
Εικόνα 79 Χάρτης κατανομής του είδους *Pseudomogoplistes squamiger* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



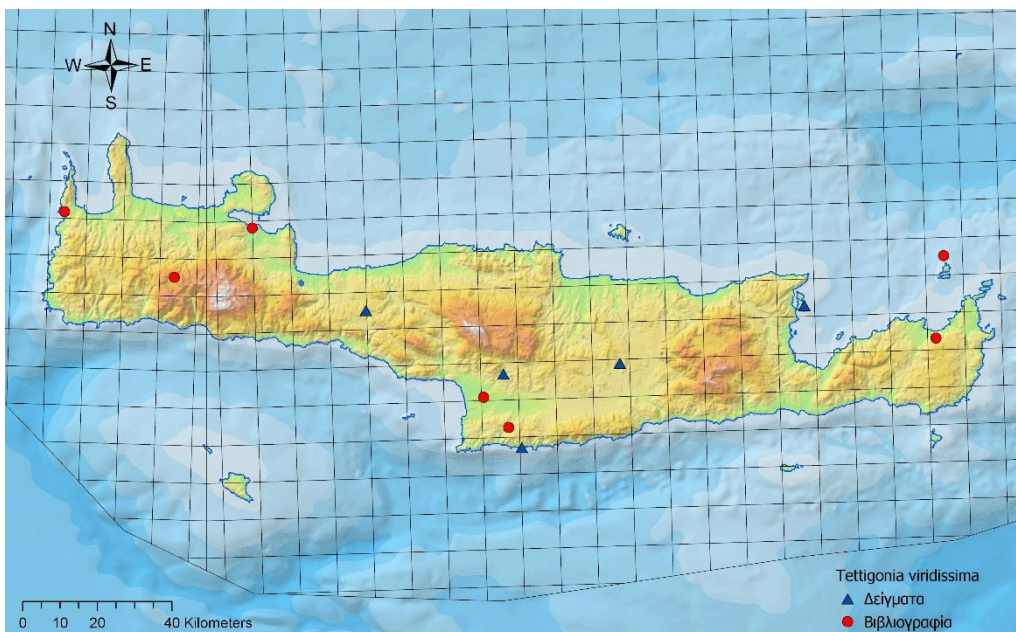
Εικόνα 80 Χάρτης κατανομής του είδους *Pteronemobius heydenii* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



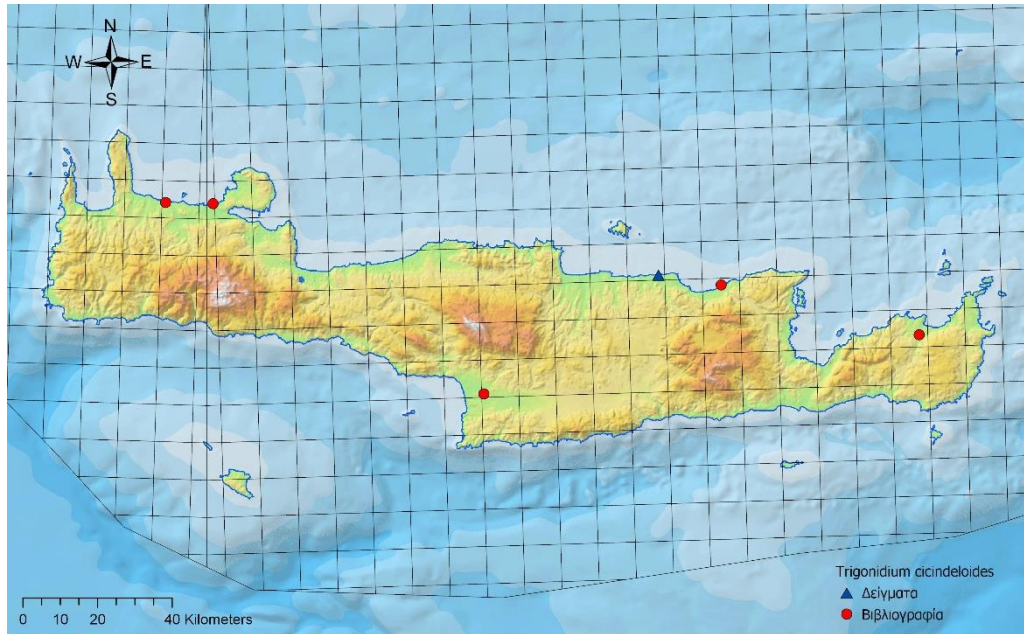
Εικόνα 81 Χάρτης κατανομής του είδους *Ruspolia nitidula* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



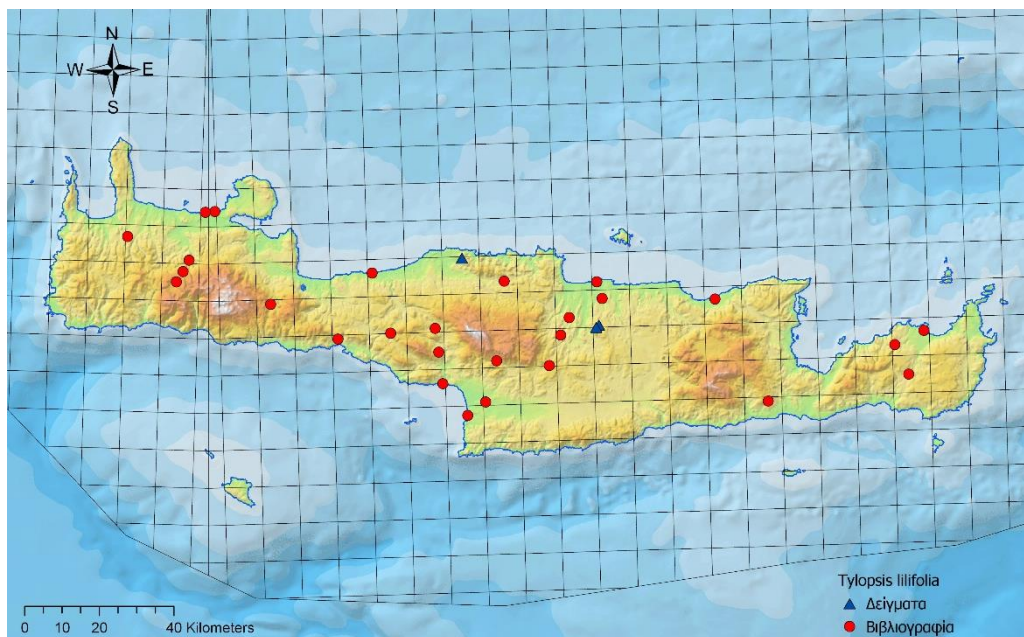
Εικόνα 82 Χάρτης κατανομής του είδους *Sepiana sepium* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



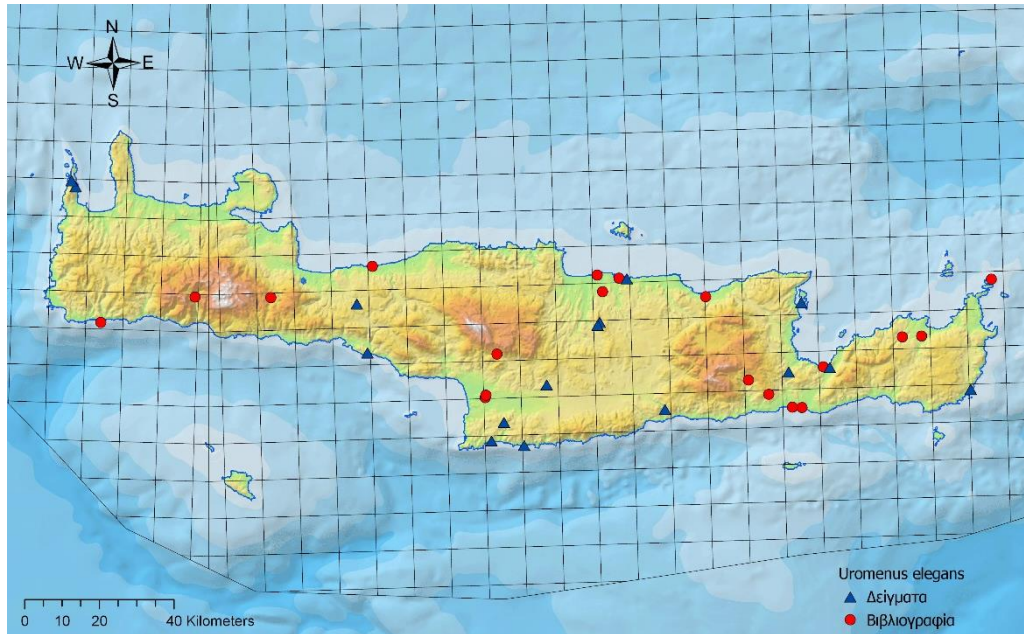
Εικόνα 83 Χάρτης κατανομής του είδους *Tettigonia viridissima* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



Εικόνα 84 Χάρτης κατανομής του είδους *Trigonidium cicindeloides* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

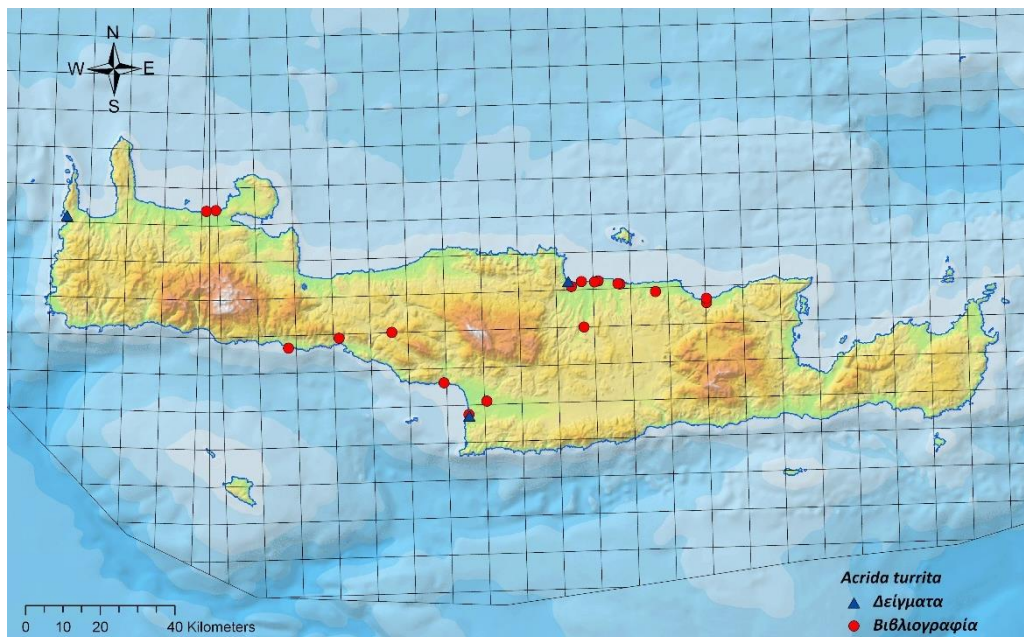


Εικόνα 85 Χάρτης κατανομής του είδους *Tylopsis lilifolia* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

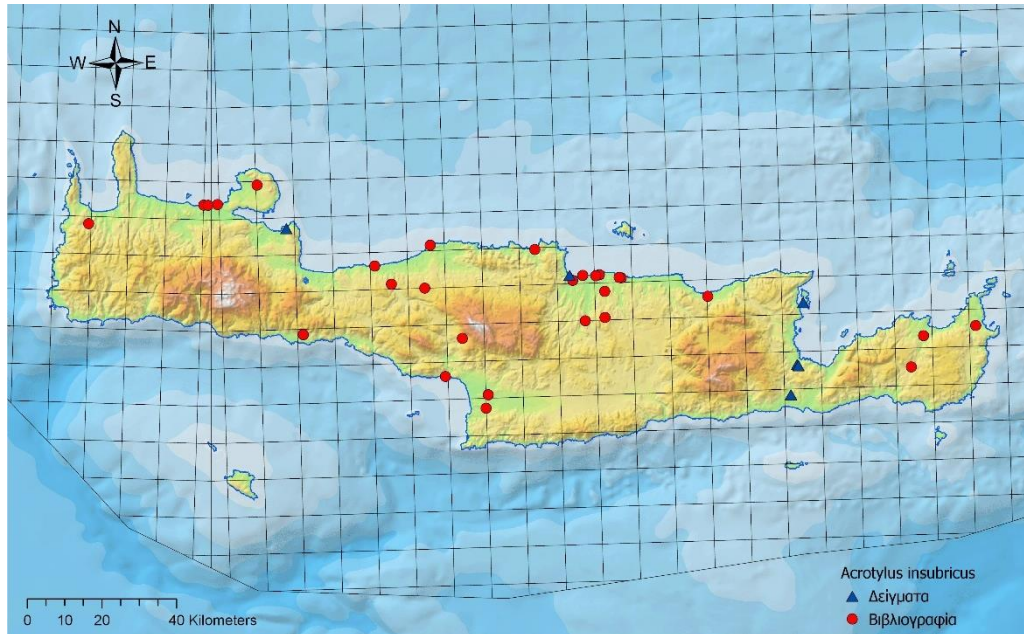


Εικόνα 86 Χάρτης κατανομής του είδους *Uromenus elegans* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

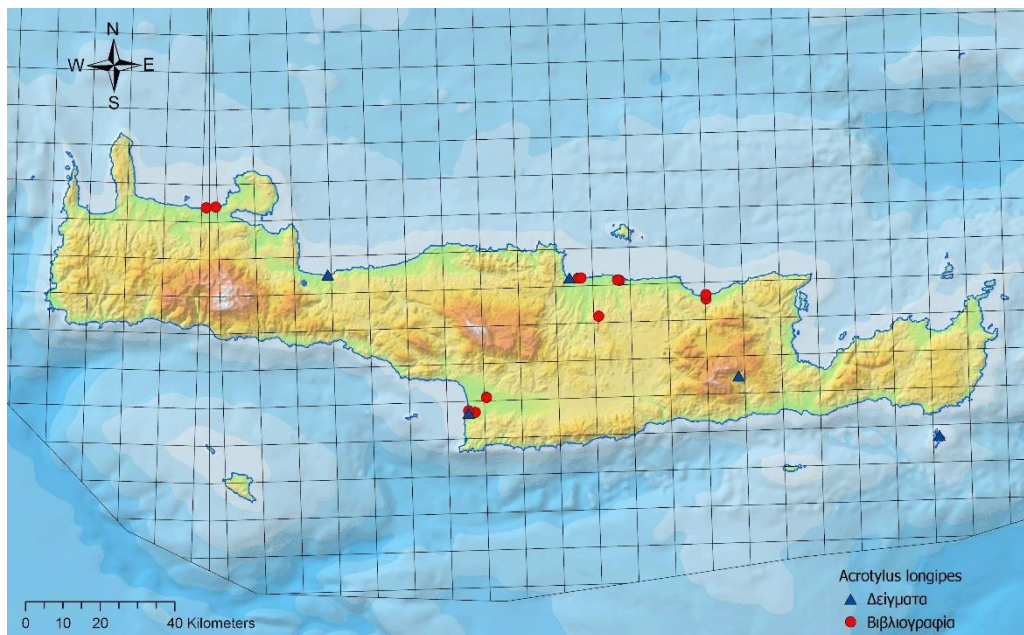
### *Caelifera*



Εικόνα 87 Χάρτης κατανομής του είδους *Acrida turrita* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

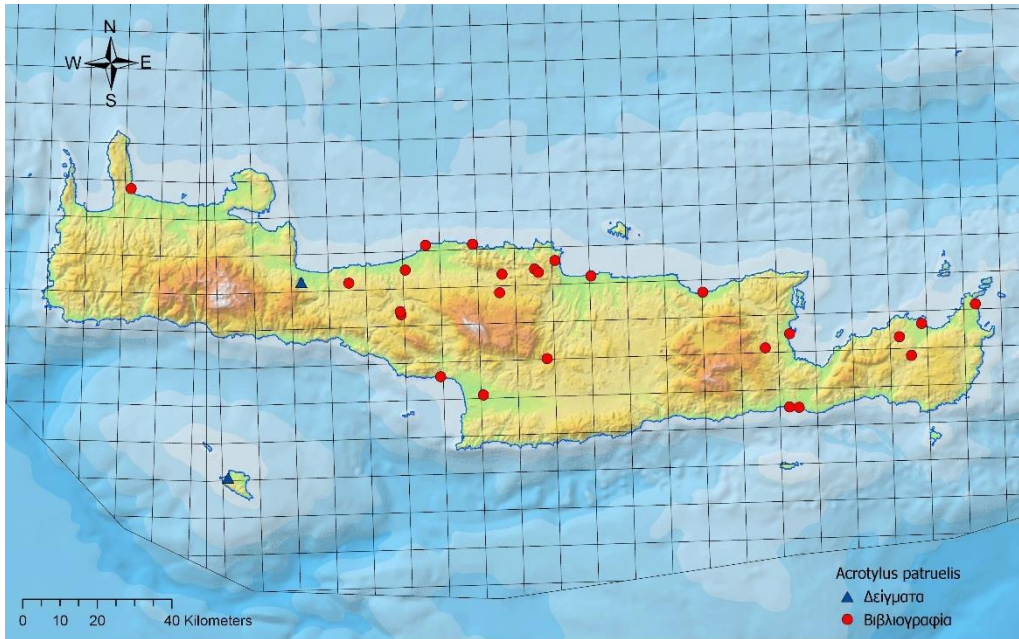


Εικόνα 88 Χάρτης κατανομής του είδους *Acrotylus insubricus* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

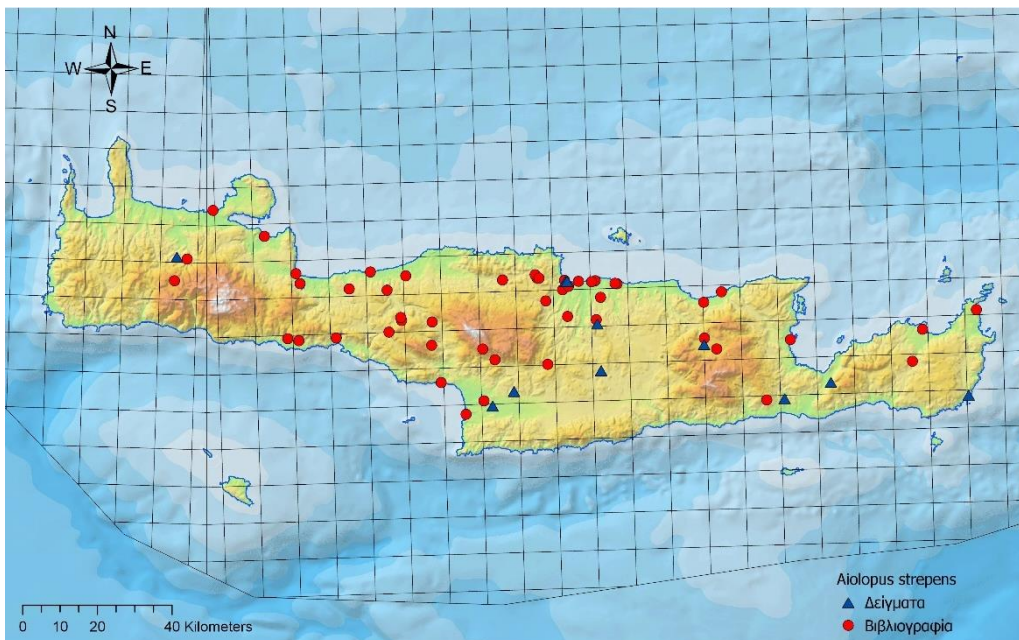


Εικόνα 89 Χάρτης κατανομής του είδους *Acrotylus longipes* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

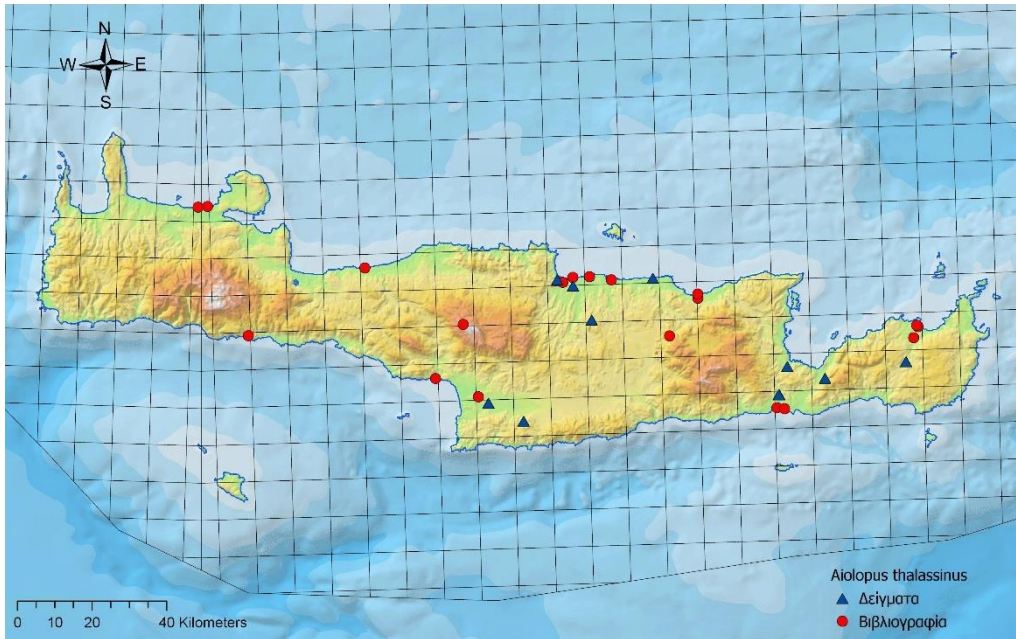




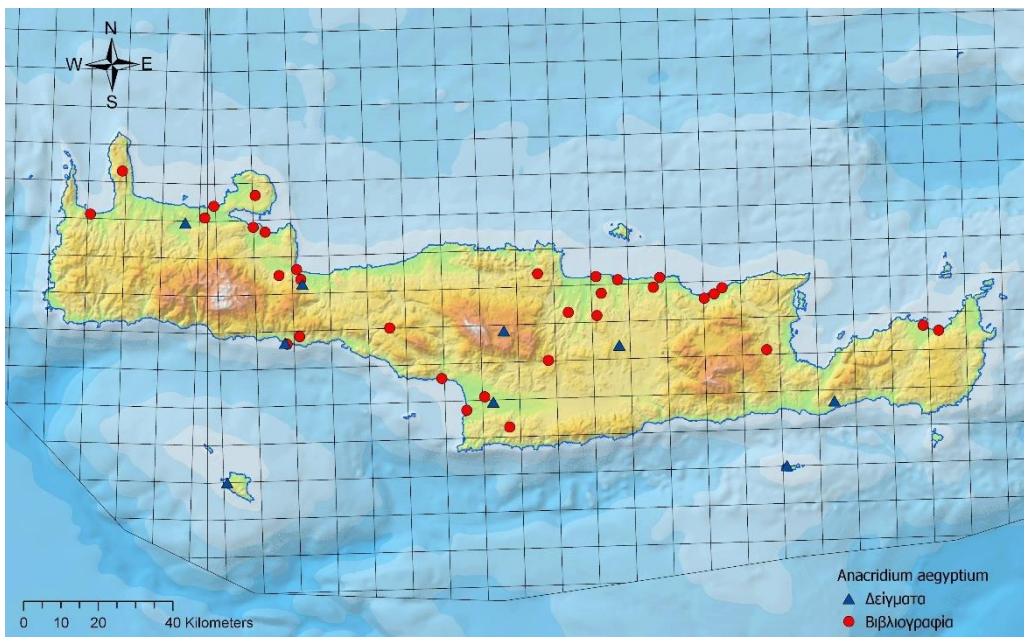
Εικόνα 90 Χάρτης κατανομής του είδους *Acrotylus patruelis* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



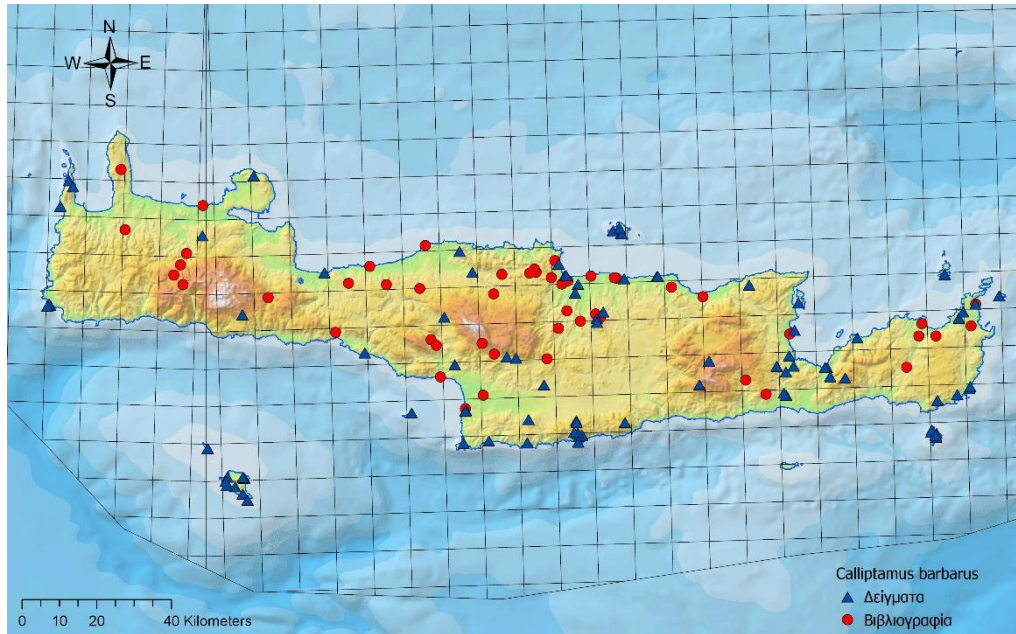
Εικόνα 91 Χάρτης κατανομής του είδους *Aiolopus strepens* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



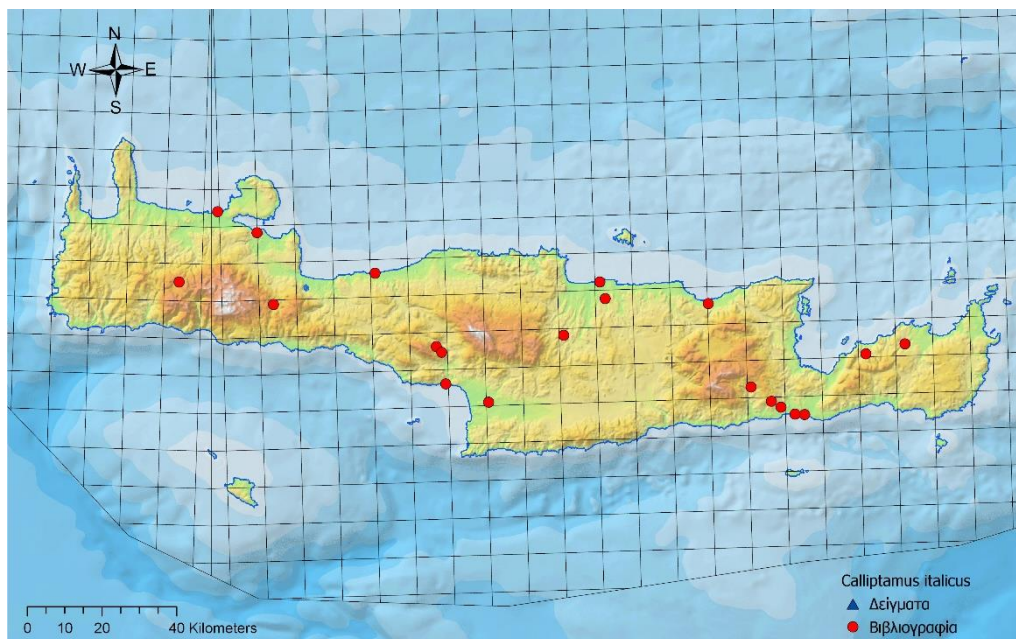
Εικόνα 92 Χάρτης κατανομής του είδους *Aiolopus thalassinus* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



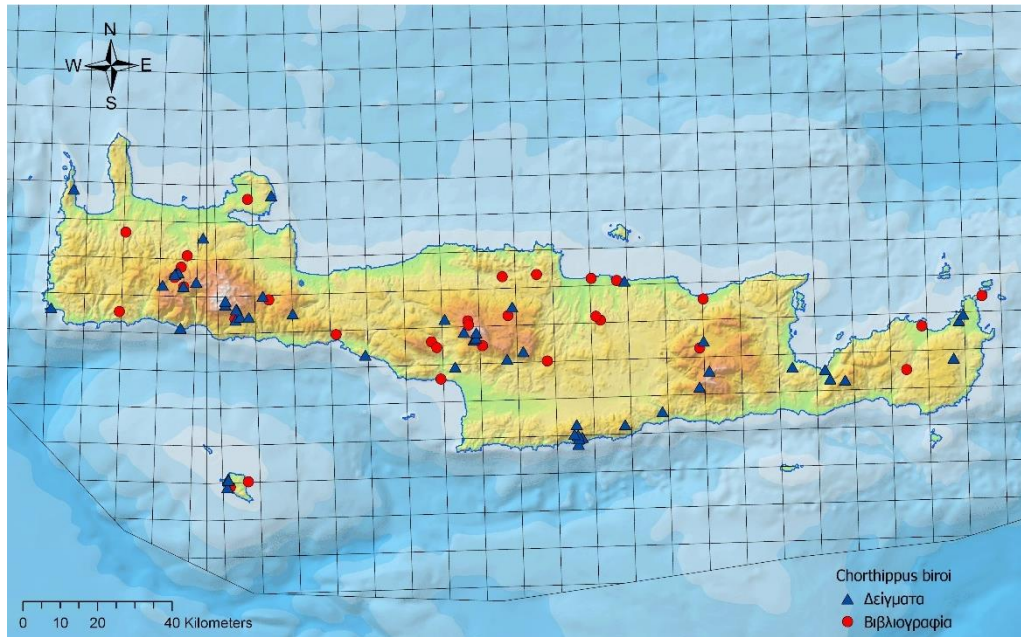
Εικόνα 93 Χάρτης κατανομής του είδους *Anacridium aegyptium* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



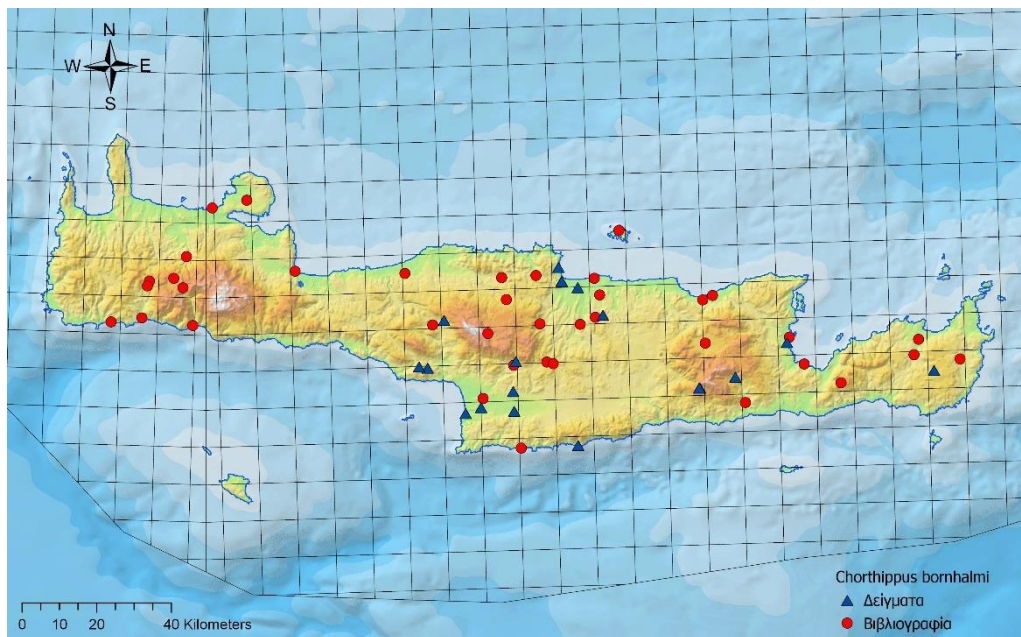
Εικόνα 94 Χάρτης κατανομής του είδους *Calliptamus barbarus* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



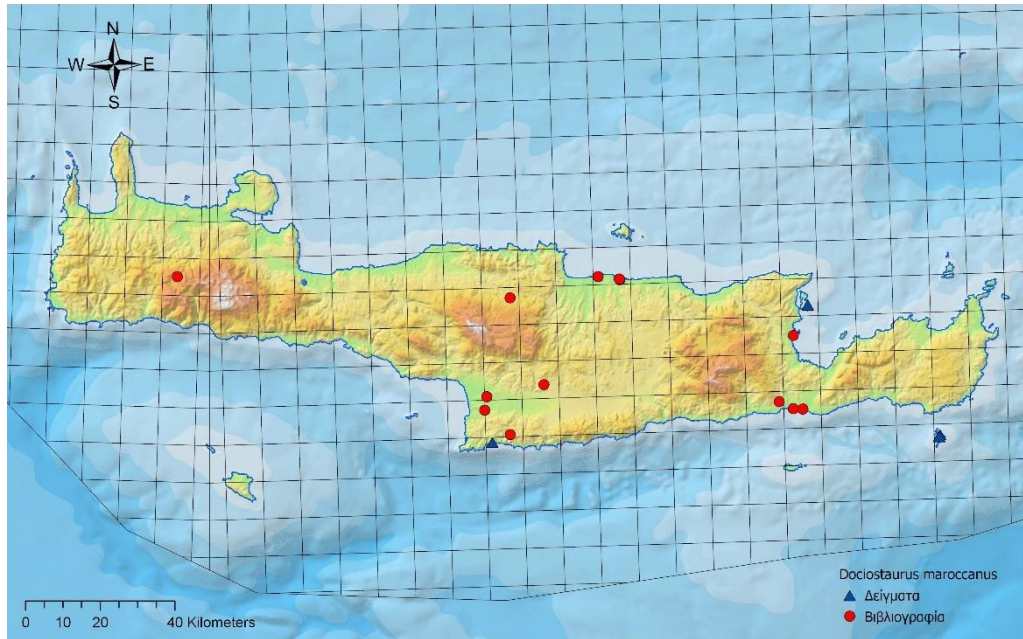
Εικόνα 95 Χάρτης κατανομής του είδους *Calliptamus italicus* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



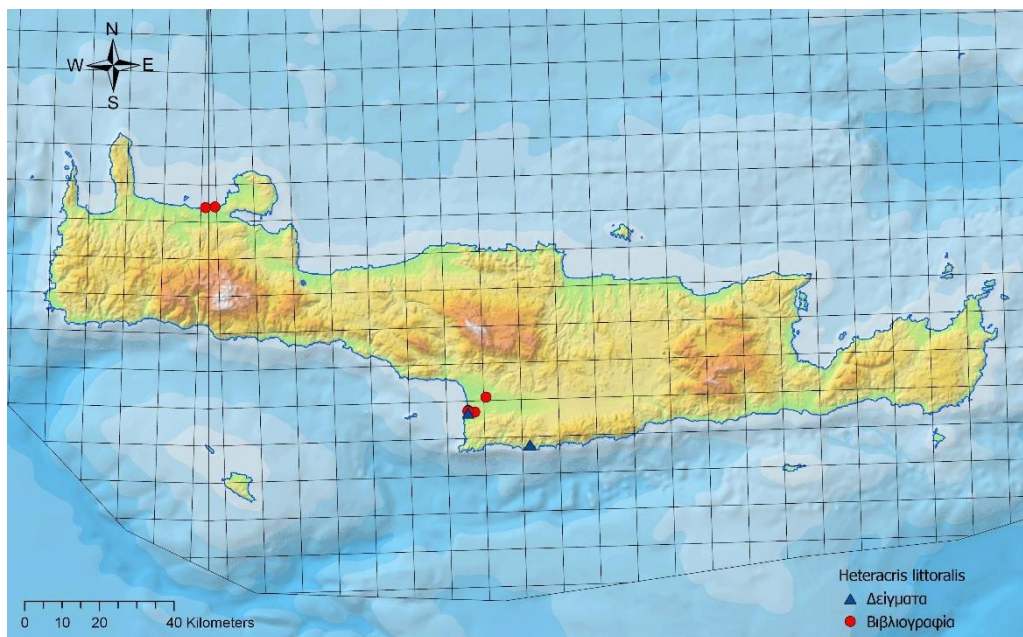
Εικόνα 96 Χάρτης κατανομής του είδους *Chorthippus biroi* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



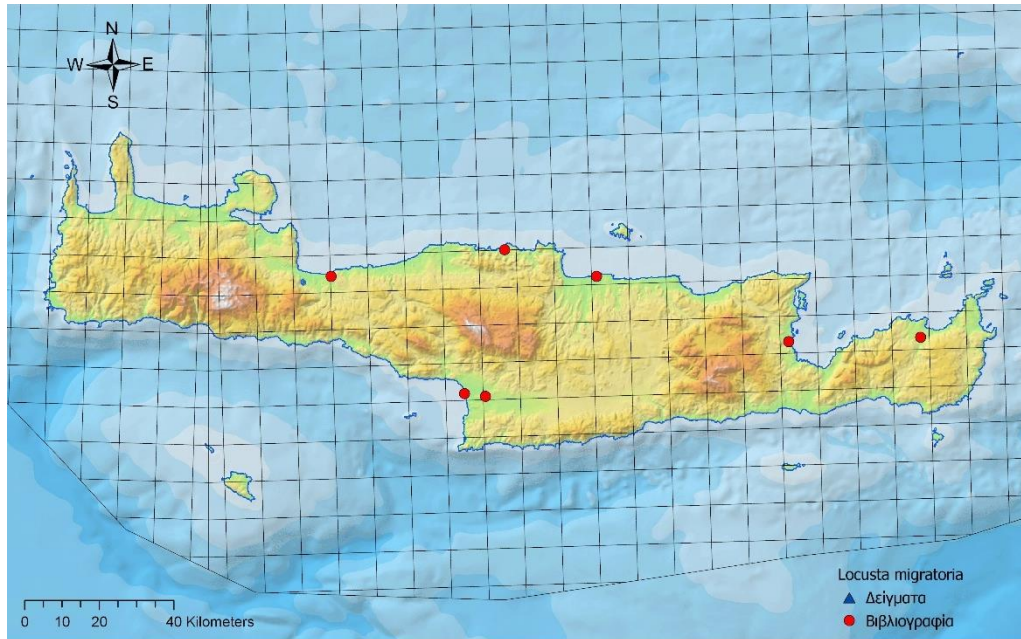
Εικόνα 97 Χάρτης κατανομής του είδους *Chrothippus bornhalmi* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



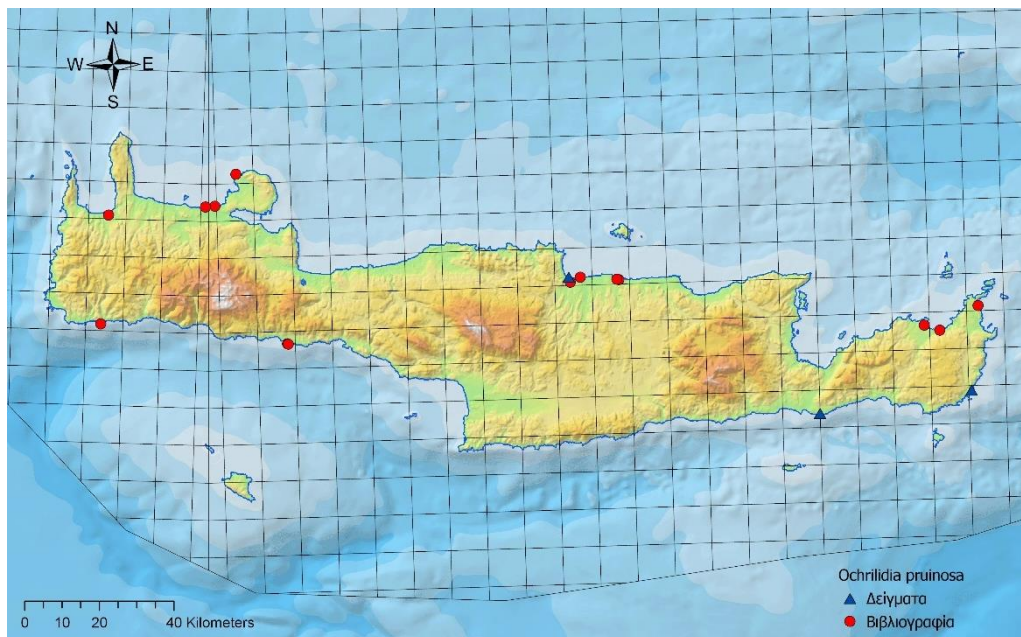
Εικόνα 98 Χάρτης κατανομής του είδους *Dociostaurus maroccanus* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



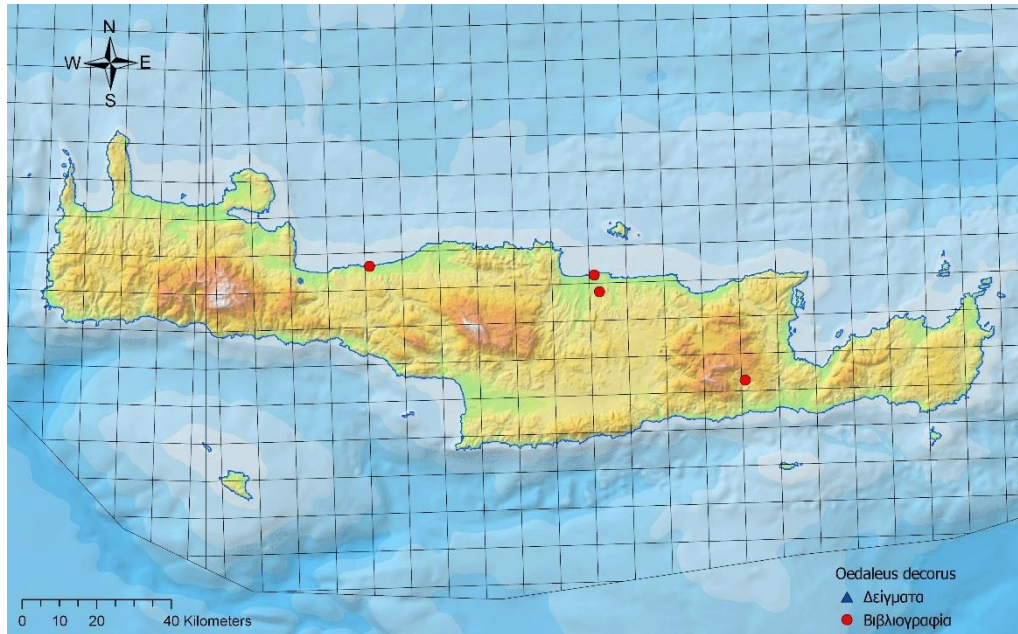
Εικόνα 99 Χάρτης κατανομής του είδους *Heteracris littoralis* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



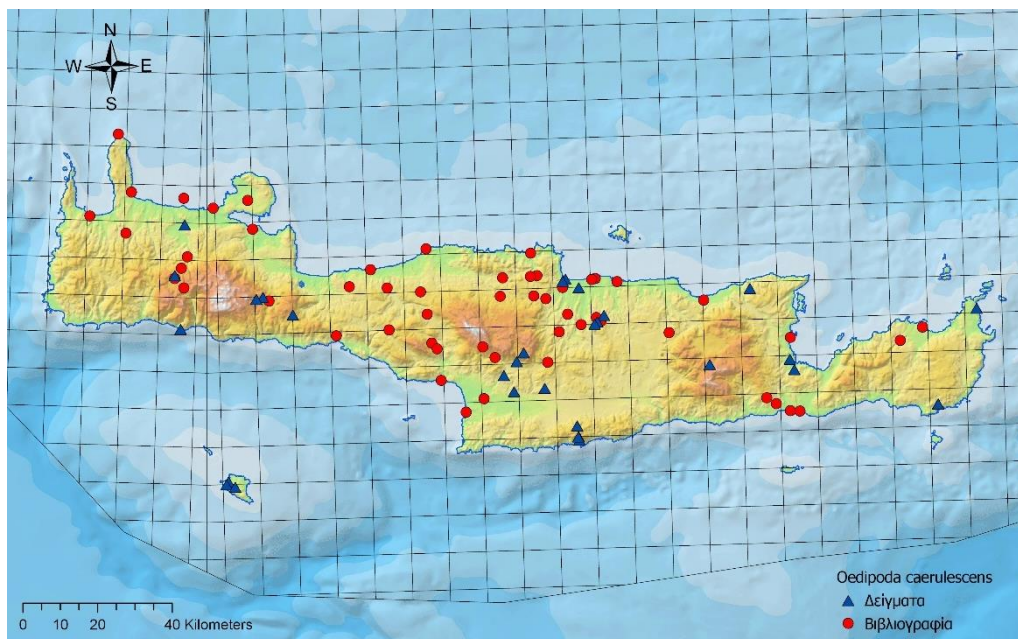
Εικόνα 100 Χάρτης κατανομής του είδους *Locusta migratoria* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



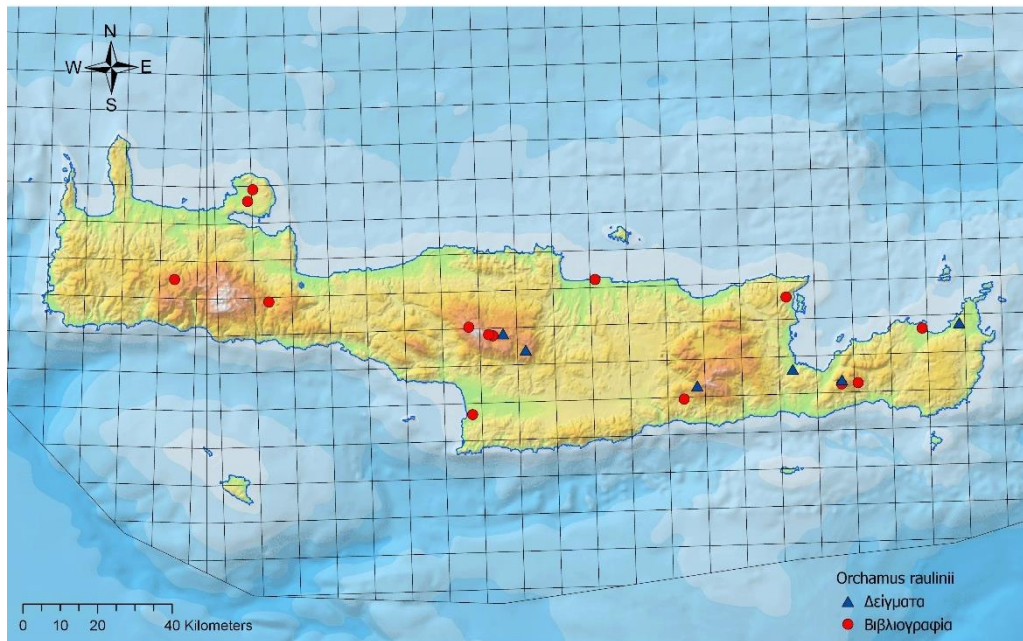
Εικόνα 101 Χάρτης κατανομής του είδους *Ochridia pruinosa* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



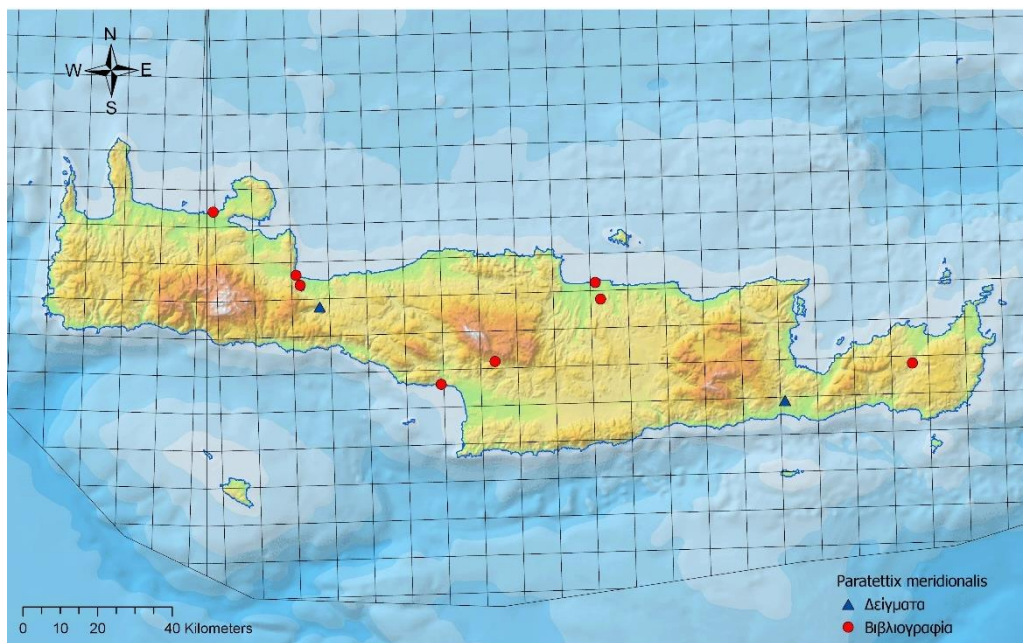
Εικόνα 102 Χάρτης κατανομής του είδους *Oedaleus decorus* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



Εικόνα 103 Χάρτης κατανομής του είδους *Oedipoda caerulescens* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

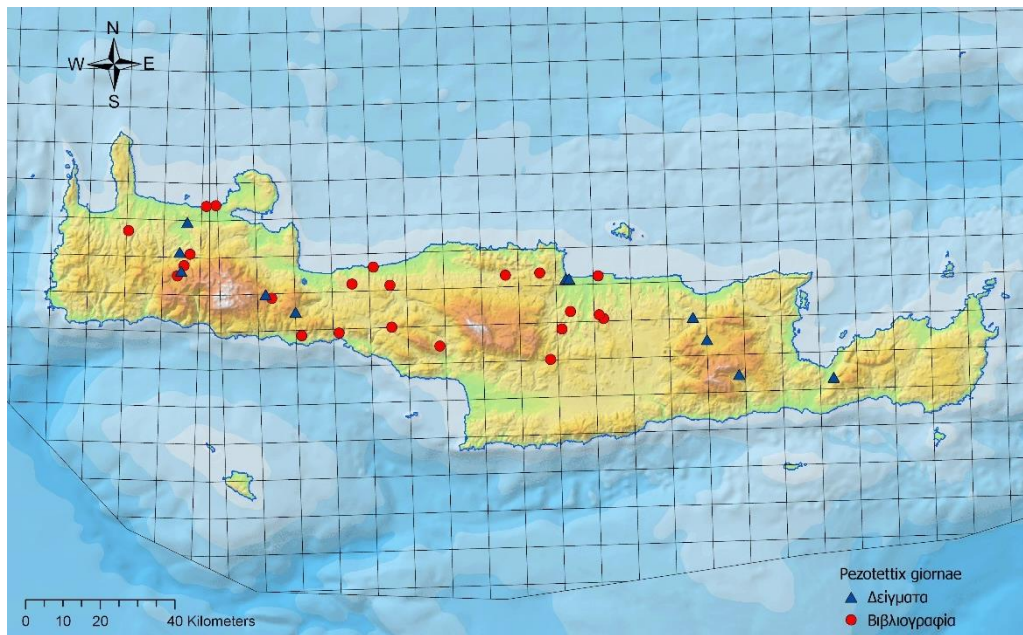


Εικόνα 104 Χάρτης κατανομής του είδους *Orchamus raulinii* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

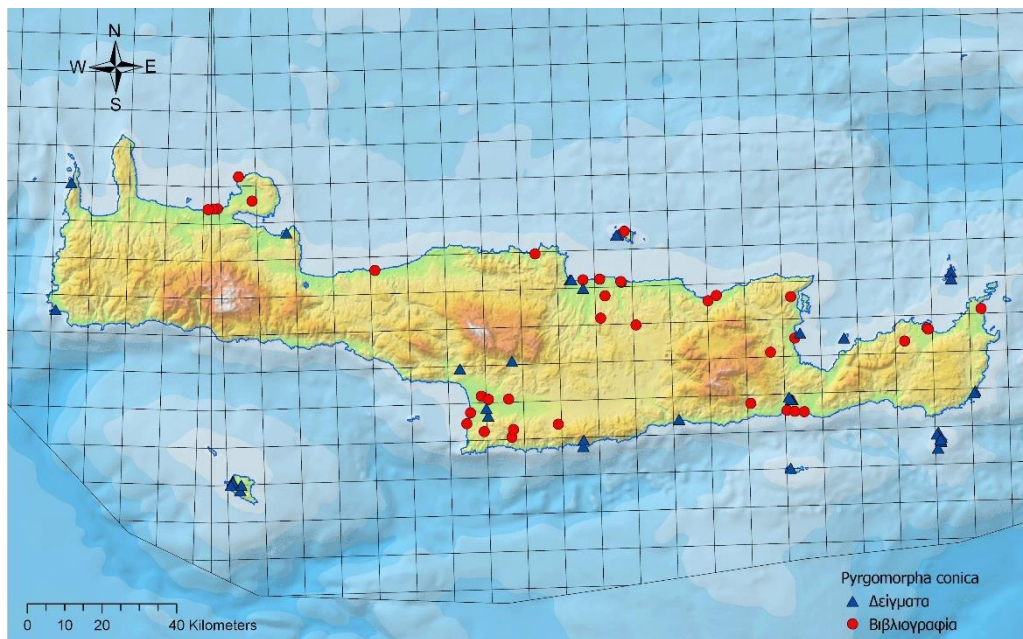


Εικόνα 105 Χάρτης κατανομής του είδους *Paratettix meridionalis* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

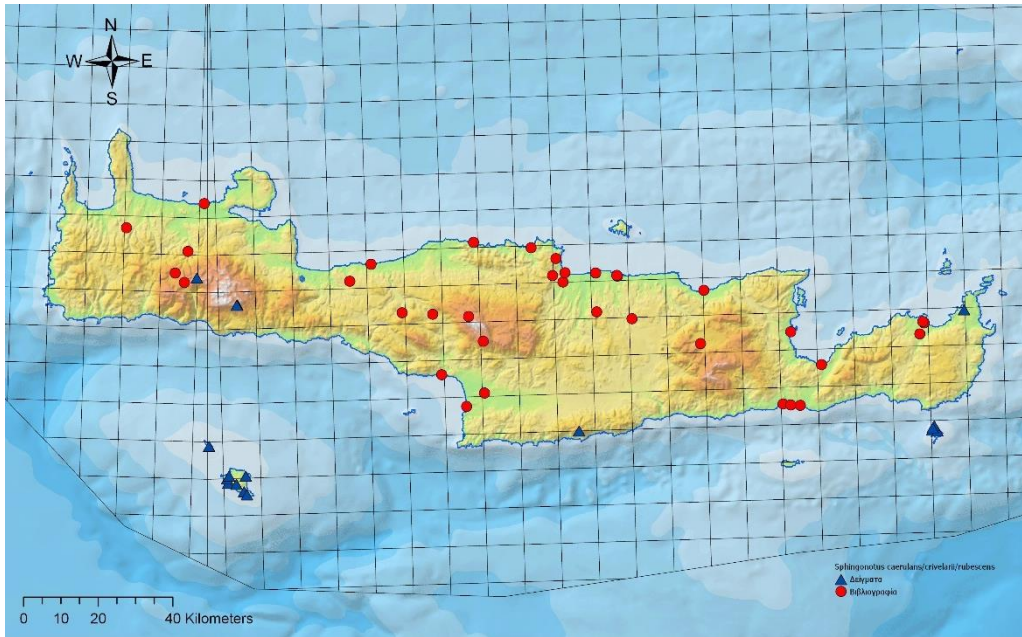




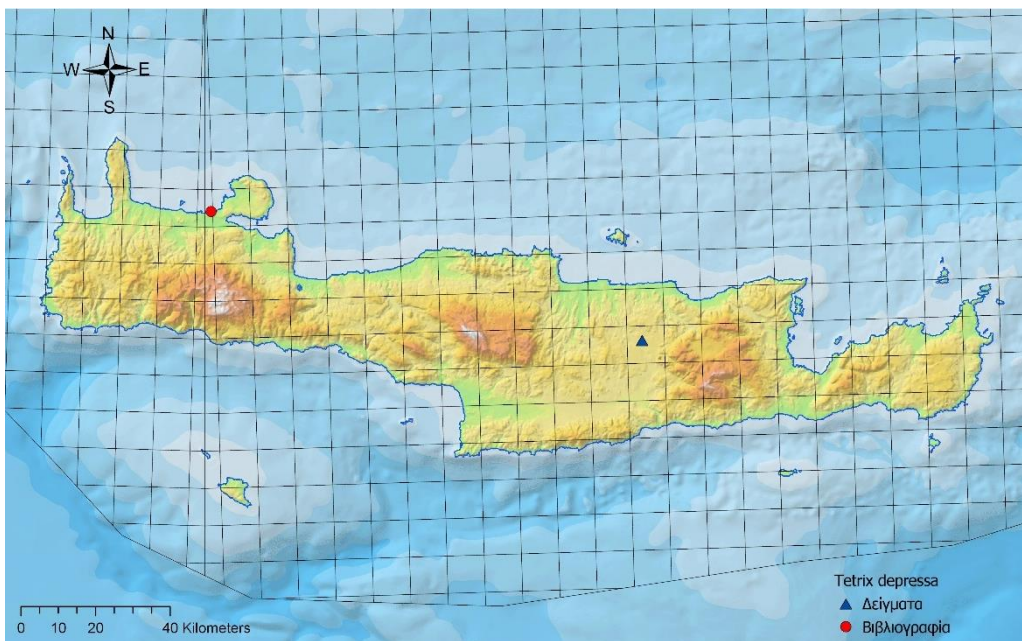
Εικόνα 106 Χάρτης κατανομής του είδους *Pezotettix giornae* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



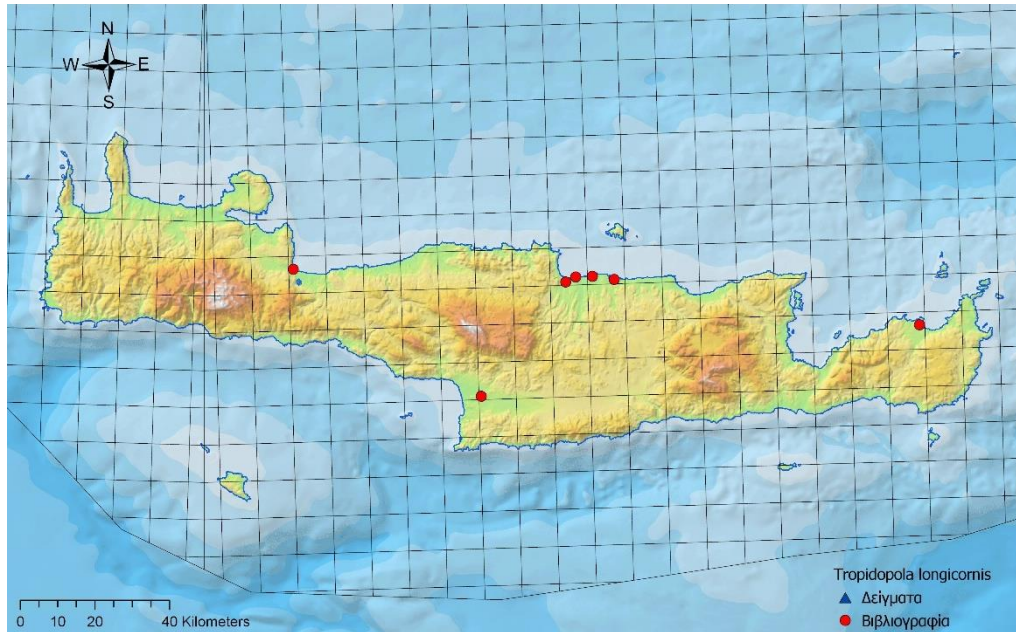
Εικόνα 107 Χάρτης κατανομής του είδους *Pyrgomorpha conica* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



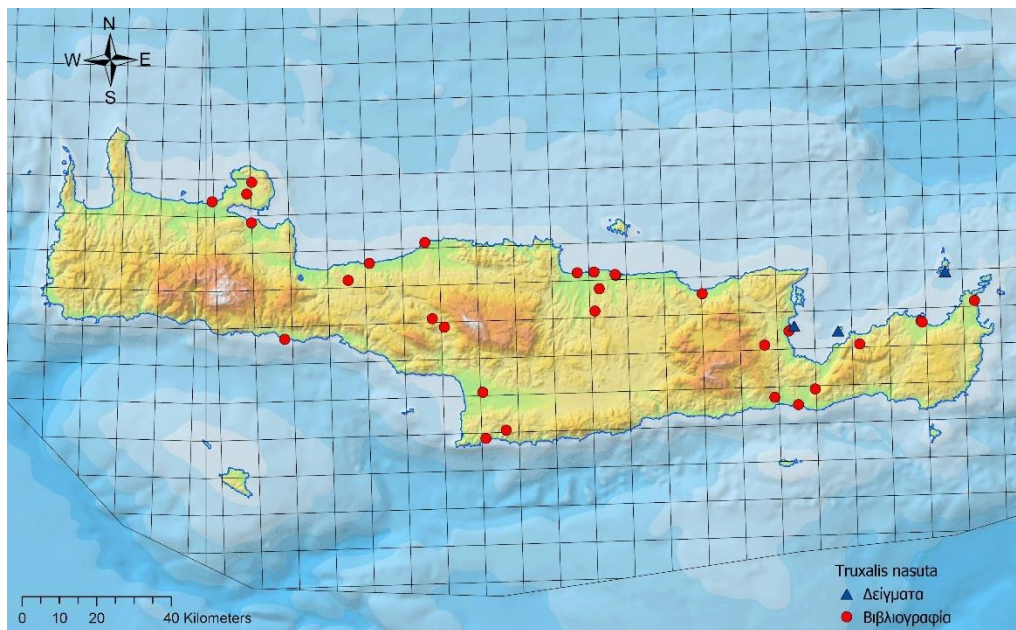
Εικόνα 108 Χάρτης κατανομής του είδους *Sphingonotus cf. caerulans* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



Εικόνα 109 Χάρτης κατανομής του είδους *Tetrax depressa* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



Εικόνα 110 Χάρτης κατανομής του είδους *Tropidopola longicornis* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία



Εικόνα 111 Χάρτης κατανομής του είδους *Truxalis nasuta* στην Κρήτη. Μπλε τρίγωνο=θέσεις εύρεσης στα δείγματα του ΜΦΙΚ, κόκκινος κύκλος=θέσεις γνωστές από τη βιβλιογραφία

Παράρτημα 3. Εργασίες στις οποίες περιλαμβάνονται αναφορές για Ορθόπτερα στην Κρήτη με αλφαβητική σειρά

**Allegrucci G, Ketmaier V, Di Russo C, Rampini M, Sbordoni V and Cobolli M**  
2017 Molecular phylogeography of *Troglophilus* cave crickets (Orthoptera,

- Rhaphidophoridae): A combination of vicariance and dispersal drove diversification in the East Mediterranean region. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 55: 310–325.
- Allegrucci G, Trucchi E and Sbordoni V** 2011 Tempo and mode of species diversification in *Dolichopoda* cave crickets (Orthoptera, Rhaphidophoridae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 60: 108–121.
- Baccetti B** 1992 Notulae orthopterologicae. 50. Su alcuni ortotteroidei del Mediterraneo orientale. *Fragmenta entomologica* 23: 247–276.
- Beron P** 1986 Results of the studies of the cave fauna of Greece. *Biologia gallo-hellenica* 12: 125–131.
- Boudou-Saltet P** 1973 Les Dolichopodes (Orth. Raph.) de Grèce. VIII. Nouvelles espèces de Crète. *Biologia gallo-hellenica* 5: 57–63.
- Boudou-Saltet P** 1978 Sur les Trogliphiles (Orth. Cavernicoles) de Crete. *Bulletin* 114: 115–121.
- Brunner von Wattenwyl C** 1882 Prodrömus der europäischen orthopteren. W. Engelmann
- Chopard L** 1921 Description d'une espèce nouvelle du genre *Troglophilus* [Orth. Phasgonuridae]. *Bulletin de la Société entomologique de France* 26: 147–151.
- Chopard L** 1957 Note sur les Orthoptères cavernicoles de Crète. *Bulletin de la Société entomologique de France* 62: 26–28.
- Christodoulakis D, Economidou E and Georgiadis T** 1991 Geobotanische Studie der Grabusen-Inseln (Südägäis, Griechenland). *Botanica helvetica* 101: 53–67.
- Ciplak B, Heller K-G and Willemse F** 2009 Review of the genus *Eupholidoptera* (Orthoptera, Tettigoniidae): different genitalia, uniform song. *Zootaxa* 2156: 1–75.
- Di Russo C, Rampini M and Cobolli M** 2014 The cave crickets of Greece: a contribution to the study of Southern Balkan Rhaphidophoridae diversity (Orthoptera), with the description of a new species of *Troglophilus* Krauss, 1879. *Biodiversity Journal* 5: 397–420.
- Dirsh V** 1950 Revision of the group Truxales (Orthoptera, acrididae). *Revista española de entomología*: 119–247.
- Economidou E** 1988 Entopismos kai meleti ton ygroviotopon kai allon simantikön gia tin ornithopanida viotopon tis Kritis (in greek). p. 384. Final Report
- Gasparo F** 2006 Indagini faunistiche nelle grotte delle isole di Creta e Lesbos (Grecia). *Progressione, Trieste* 52: 58–60.
- Gasparo F** 2011 Ricerche biospeleologiche a Creta 2008-2010. *Biospeologia Pubblicato Progressione* 57: 136–143.
- Griffini A** 1894 Catalogue des Orthoptères recueillis dans l'île de Candie par le Dr. G. Cecconi. *Miscellanea Entomologica* 2: 91–92.
- Harz K** 1969 Die Orthopteren Europas. Vol. 1. Series entomologica, The Hague (Junk)
- Harz K** 1975 Die Orthopteren Europas. Vol. 2. Series entomologica, The Hague
- Harz K** 1983 Eine neue *Rhacocleis*-Art auf Kreta (Orth., Decticinae). *Articulata* 2: 3–14.
- Ireland D** 1989 Report and recommendations for Creta Sun lagoons - Gouves - Crete. *Roy. Soc. Prot. Birds*: 37.
- Jago ND** 1963 A revision of the genus *Calliptamus*, Serville (Orthoptera: Acrididae). *Bulletin of the British Museum (natural history)* 13: 287–350.
- Kaya S, Chobanov D, Heller K-G and Yahyaoğlu Ö** 2018 Review of *Poecilimon* species with inflated pronotum: description of four new taxa within an acoustically diverse group. *Zootaxa* 4462: 451.

- Ketmaier V, Cobolli M, De Matthaeis E and Rampini M** 2000 Biochemical systematics and patterns of genetic divergence between the *Troglophilus* species of Crete and Rhodos (Orthoptera, Rhaphidophoridae). *Belgian Journal of Zoology* 130: 49–53.
- Kitching JL, Green JJ and Lockwood S** 1976 Report of the 1974 Expedition to Crete:(a Preliminary Biological Survey of Lake Kourna). School of Biological Sciences, University of East Anglia
- Kollaros D** 1993 Biology and Ecology of the superfamily Acridoidea (Orthoptera) of the Giouchtas mountain, Crete (in greek). Ph. D. Thesis, University of Crete, Irakleio
- Kollaros D, Paragamian K and Legakis A** 1987 Notes on the systematics of cavernicolous Orthoptera of Crete. *Biologia gallo-hellenica* 13: 137–140.
- Kollaros D, Paragamian K and Legakis A** 1991 Revision of the genus *Troglophilus* (Orthoptera, Rhaphidophoridae) in Crete, Greece. *International Journal of Speleology* 20: 37–45.
- Krimbas K** 1960 Τα δίδυμα είδη *Gryllotalpa* στην Ελλάδα, Κυτταρολογική και μορφολογική έρευνα. p. 27. Αναφορά, Υπουργείο Γεωργίας, Αθήνα, Ελλάδα
- Krombein KV** 1972 Miscellaneous prey records of solitary wasps. VI. Notes on some species from Greece (Hymenoptera: Aculeata). *Proc. Entomol. Soc. Washington* 74: 383–385.
- Kuthy D** 1907 Insectorum messis in insula Creta a Lud. Biró congregata. I. Orthoptera. *Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici, Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest* 5: 551–555.
- La Greca M and Messina A** 1974 Le *Rhacocleis* di Grecia e descrizione di una nuova species. *Animalia* 1: 175–183.
- Legakis A** 1990 Μελετι τον ακτον tis Kritis pou parousiazoun oikologikes diataraches. p. 227. Erevnitiko programma
- Lucas PH** 1854 Essai sur les animaux articulés qui habitent l’île de Crète. *Revue Mag. Zool.* (2) 6: 165–170.
- Maran J** 1958 Beitrag zur Kenntnis der geographischen Variabilität von *Acrotylus insubricus* (Scop.) Orthoptera–Acrididae. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae* 32: 171–179.
- Massa B** 1995 Note sulle specie del Gen. *Orchamus*, Stål1876 (Insecta Orthoptera Pamphagidae). *Naturalista Siciliano* 19: 299–305.
- Massa B** 2009 The East Mediterranean Genus *Orchamus* Stål, 1876 (Insecta: Orthoptera: Pamphagidae). *Annalen Des Naturhistorischen Museums in Wien. Serie B Für Botanik Und Zoologie* 110: 85–101.
- Mistshenko L** 1936 Orthoptera Palaearctica critica: XII. Revision of Palaearctic species of the genus *Sphingonotus* Fieber (Orth. Acrid.). *Revista española de entomología* 12: 65–282.
- Nadig A** 1985 Zur Orthopterenfauna Kretas mit Beschreibung einer neuen Art: *Eupholidoptera annamariae* spec. nova. *Mitt. Schweiz. entomol. Ges.* 58: 325–335.
- Naturalis Biodiveristy Centre** 2005, 2020 Grasshoppers of Europe. <https://www.grasshoppersofeurope.com/greece>
- Paragamian K** 2018, March 22 *Troglophilus spinulosus* Chopard, 1921. <https://database.inspee.gr/>
- Paragamian K** 2019, September 19 *Dolichopoda paraskevi* Boudou-Saltet, 1973. <https://database.inspee.gr/>

- Paragamian K and Legakis A** 1986 Ecological and faunistic investigations of cave Ag. Paraskevi near Skoteino (Crete, Greece). *Rapp. Comm, int. Mer Médit* 30: 99.
- Paul J** 1995 Overwintering Orthoptera and other insects in Crete. *Entomologist's Record and Journal of Variation* 107: 221–223.
- Ramme W** 1927 Die dermapteren und orthopteren Siziliens und Kretas. *Revista española de entomología* 3: 111–200.
- Rampini M, Di Russo C, Taylan MS, Gelosa A and Cobolli M** 2012 Four new species of *Dolichopoda* Bolivar, 1880 from Southern Sporades and Western Turkey (Orthoptera, Rhaphidophoridae, Dolichopodainae). *ZooKeys* 201: 43–58.
- Schimmer F** 1909 Beitrag zu einer Monographie der Gryllodeengattung *Myrmecophila* Latr. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie* 93: 409–534.
- Stalling T** 2010 First record of the Ant-loving cricket *Myrmecophilus ochraceus* for Zakynthos (Greece) with notes on the synonymy of *Myrmecophilus salomonis* (Orthoptera: Myrmecophilidae). *Entomologia hellenica* 19: 34–38.
- Tilmans J** 2002 *Eupholidoptera jacquelineae* spec. nov. from the Greek island of Gavdos, south of Crete (Orthoptera: Tettigoniidae). *Journal of Orthoptera Research* 11: 157–161.
- Ünal M** 2016 Pamphagidae (Orthoptera: Acridoidea) from the Palaearctic Region: taxonomy, classification, keys to genera and a review of the tribe Nocarodeini I. Bolívar. *Zootaxa* 4206: 1–223.
- Uvarov B** 1942 New and less known southern Palaearctic Orthoptera. *Transactions of the American Entomological Society (1890-)* 67: 303–361.
- Werner C** 1927 I. Orthopteren. In: Zoologische Streifzuege in Attica, Morea und besonders auf der Insel Kreta. *Abh. naturw. Ver. Bremen* 26: 426–431.
- Werner F** 1901 Die Dermapteren-und Orthopterenfauna Kleinasiens. *Sber. Akad. Wiss. Wien* 110: 259–306.
- Werner F** 1903 Über die von Herrn Dr. Karl Grafen Attems aus Kreta mitgebrachten Orthopteren. *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien* 48: 153–156.
- Willemse F** 1979 A review of the species of *Acrometopa* Fieber, 1853 (Orthoptera, Tettigonioidea, Phaneropterinae) with special reference to the Greek fauna. *Bijdragen tot de Dierkunde* 49: 135–152.
- Willemse F** 1980 Classification and distribution of the species of *Eupholidoptera* Ramme of Greece (Orthoptera, Tettigonioidea, Decticinae). *Tijdschrift voor Entomologie* 123: 39–69.
- Willemse F** 1982a Survey of the Greek species of *Rhacocleis* Fieber (Orthoptera: Ensifera, Decticinae). *Annales Musei Goulandris* 5: 195–213.
- Willemse F** 1982b Survey of the Greek species of *Poecilimon* Fischer (Orthoptera, Ensifera, Phaneropterinae). *Tijdschrift voor entomologie* 125: 155–203.
- Willemse F** 1984 Fauna Graeciae I: Catalogue of the Orthoptera of Greece. Hellenic Zoological Society, Athens
- Willemse F and Heller KG** 2001 Two new species of *Eupholidoptera* Maran (Orthoptera, Tettigoniidae) from Crete with a checklist and key to the species. *Tijdschrift voor Entomologie* 144: 329–343.
- Willemse F, von Helversen O and Odé B** 2009 A review of *Chorthippus* species with angled pronotal lateral keels from Greece with special reference to transitional populations between some Peloponnesean taxa (Orthoptera, Acrididae). *Zoologische Mededelingen* 83: 319–508.

- Willemse F and Kruseman G** 1976 Orthopteroidea of Crete. *Tijdschrift voor entomologie* 119: 123–164.
- Willemse F and Willemse L** 2005 Two new cryptic aberrant species of *Rhacocleis* Fieber 1853, living under stones in the mountains of Greece (Orthoptera, Tettigoniidae). *Journal of Orthoptera Research* 14: 161–172.
- Wittmann H, Illich I and Nowotny G** 2018 Orthopteren-Beobachtungen auf der Insel Kreta (Griechenland). *Salzburger Entomolog. Arbeitsgem. Haus der Natur, Newsletter, Sonderausg.*: 1–25.
- Wolf B** 1937 Animalium cavernarum catalogus. Volumen II. Junk Verl., Wien
- Zeuner F** 1941 The classification of the Decticinae hitherto included in *Platycleis* Fieb. or Metrioptera Wesm. (Orthoptera, Saltatoria). *Transactions of the Royal entomological Society of London* 91: 1–50.