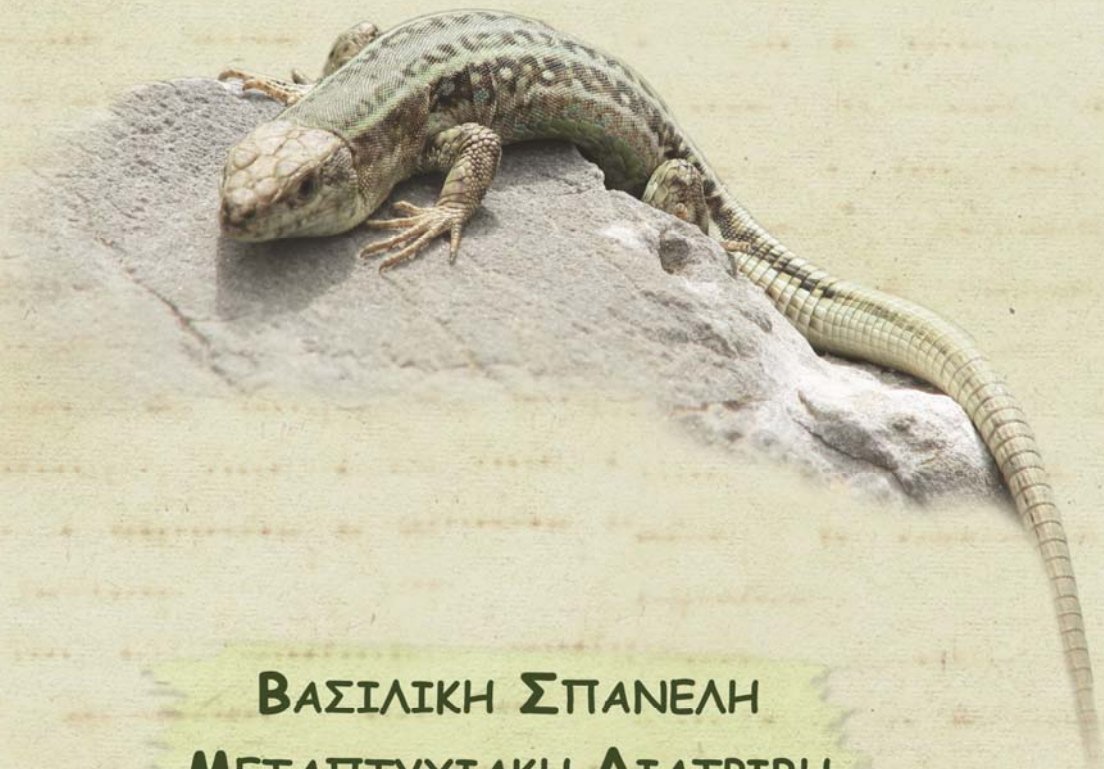
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΜΟΥΣΕΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΣΑΥΡΑΣ *PODARCIS CRETENSIS*



ΒΑΣΙΛΙΚΗ ΣΠΑΝΕΛΗ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2009

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΜΟΥΣΕΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΚΡΗΤΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ:
«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ – ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΧΕΡΣΑΙΩΝ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΣΑΥΡΑΣ *PODARCIS CRETENSIS*

ΒΑΣΙΛΙΚΗ ΣΠΑΝΕΛΗ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Μ. ΜΥΛΩΝΑΣ
ΕΠΙΒΛΕΨΗ: Π. ΛΥΜΠΕΡΑΚΗΣ, Ε. ΒΑΛΑΚΟΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2009

Στην άγρια ομορφιά
της Κρήτης…

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ενασχόληση με τη χερσαία οικολογία και ιδιαίτερα η μελέτη των ζώων αποτέλεσε για πολλά χρόνια ένα μακρινό όνειρο, στο οποίο ο δρόμος του Χημικού Μηχανικού είναι μάλλον απίθανο να οδηγήσει κάποιον. Έτσι, η απόφαση να παρακολουθήσω το συγκεκριμένο μεταπτυχιακό πρόγραμμα ήταν αποτέλεσμα περισσότερο μια ρομαντικής ιδέας παρά μιας ζυγισμένης επαγγελματικής επιλογής. Τώρα πια ξέρω ότι ανέκαθεν άνηκα εδώ. Ευχαριστώ όλους εκείνους που με ενθάρρυναν να ακολουθήσω αυτό το όνειρο και με στήριξαν στις δύσκολες στιγμές και πρώτη απ' όλους τη μητέρα μου Ελένη…

Η εργασία αυτή δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί χωρίς τον Πέτρο Λυμπεράκη, ο οποίος όχι μόνο την εμπνεύστηκε και την επέβλεψε, αλλά υπήρξε ο άνθρωπος που με πολλή υπομονή μου έμαθε τα «μυστικά» της οικολογικής έρευνας και της εργασίας στο πεδίο. Η βοήθεια και η καθοδήγησή του υπήρξε πολύτιμη και συνεχής και τον ευχαριστώ για κάθε λεπτό που μου αφιέρωσε, από τότε που με πρωτοδίδαξε να «σαυρεύω» στα πλαίσια ενός Rotation στη Χρυσή, μέχρι την τελευταία του παρατήρηση για το παρόν σύγγραμμα.

Επίσης ευχαριστώ τον Επίκουρο Καθηγητή Στρατή Βαλάκο από το Τμήμα Βιολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών, για τη συνεπίβλεψη της παρούσας εργασίας και την καθοδήγησή του, τόσο στο πεδίο της θερμικής βιολογίας, όσο και στη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, καθώς και τον Καθηγητή Μωυσή Μυλωνά, αφενός επειδή μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με το θέμα αυτό, αλλά κυρίως επειδή ως διδάσκοντας στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα και με το δικό του, ιδιαίτερο τρόπο διδασκαλίας, έκανε τη χερσαία οικολογία ακόμη πιο γοητευτική…

Για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας βοήθησαν με τον έναν ή τον άλλο τρόπο πολλοί άνθρωποι και δεν ξέρω αν αυτές οι γραμμές μπορούν να τους χωρέσουν. Ένα μεγάλο ευχαριστώ πηγαίνει στα παιδιά με τα οποία συνεργαστήκαμε και μοιραστήκαμε τις δυσκολίες αλλά και τις ομορφιές της εργασίας στο πεδίο και στο εργαστήριο: τους «σαυροφόρους» Στέφανο Κουτσουπάκη, Carla Verissimo και Θεόφιλο Κομνηνό. Επίσης, ευχαριστώ πολύ τον Παναγιώτη (Batman), τη Σταλίτσα και την Πασχαλιά για τη «φιλική

συμμετοχή» τους σε ορισμένες δειγματοληψίες, καθώς και όλους τους ανθρώπους του Μ.Φ.Ι.Κ. που βοήθησαν προσφέροντας κάτι από τη γνώση τους: το Μανώλη για την πολύτιμη τεχνική του υποστήριξη, τους βοτανολόγους για τη βοήθεια στην αναγνώριση της βλάστησης των περιοχών μελέτης, το Δημήτρη για το σχεδιασμό των χαρτών, τον Άρη για τις συμβουλές του σε θέματα στατιστικής, τη Μίνα επειδή είναι πάντα χαμογελαστή και πρόθυμη να βοηθήσει σε θέματα βιβλιογραφίας και όλους όσους πιθανόν να παραλείπω και ελπίζω να με συγχωρούν γι αυτό.

Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω τους εδώ φίλους που με στήριξαν και έκαναν την παραμονή μου στην Κρήτη ομορφότερη, αλλά και αυτούς που ήταν δίπλα μου παρά τα χιλιόμετρα που μας χωρίζουν.

Για τον Αλέξη που όχι μόνο συμμετείχε ενεργά και με ζήλο σε όλες τις δειγματοληψίες –παρά το γεγονός ότι ανήκει στο χώρο της Ιατρικής και όχι της Βιολογίας-, αλλά με υπομονή και αγάπη με άντεξε και με στήριξε όλον αυτόν τον καιρό, δεν αρκεί ένα απλό ευχαριστώ…

Τέλος, τα λόγια είναι φτωχά για να εκφράσουν το ευχαριστώ στους γονείς μου και στη Μαρία για όλα όσα έχουν κάνει για μένα…

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κεντρικός στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η συλλογή στοιχείων που αφορούν στην οικολογία της σαύρας *Podarcis cretensis* (οικογένεια Lacertidae), ενός πρόσφατα αναγνωρισμένου είδους ενδημικού της Κρήτης και των δορυφορικών της νησίδων.

Για το λόγο αυτό μελετήθηκαν 5 πληθυσμοί του είδους, κατά τη διάρκεια δύο εποχών: της άνοιξης και του καλοκαιριού του 2007. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην προσέγγιση της θερμικής οικολογίας του είδους, καθώς και της επίδρασης παραγόντων όπως η εποχή, το ενδιαίτημα και το υψόμετρο στα θερμορυθμιστικά πρότυπα που υιοθετούν οι πληθυσμοί. Παράλληλα έγιναν προσπάθειες εκτίμησης της πυκνότητας των 5 πληθυσμών, των προτύπων δραστηριότητάς τους, της έντασης θήρευσης που υφίστανται, καθώς και του ποσοστού προσβολής τους από εξωπαράσιτα.

Συνολικά συνελήφθησαν 377 σαύρες. Η εκτίμηση της πυκνότητας έγινε με τη μέθοδο των τυχαίων διαδρομών, ενώ τα πρότυπα δραστηριότητας εκτιμήθηκαν με βάση την ώρα σύλληψης των σαυρών κατά τις δύο σειρές δειγματοληψιών. Ως δείκτης έντασης θήρευσης χρησιμοποιήθηκε το ποσοστό των κομμένων ή αναγεννημένων ουρών στα συλληφθέντα ζώα, ενώ παράλληλα πραγματοποιήθηκε και ένα πείραμα προσομοίωσης θήρευσης.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αρσενικές σαύρες του είδους εμφανίζουν αυξημένη συλληψιμότητα και υψηλότερο ποσοστό προσβολής από εξωπαράσιτα από τις θηλυκές, ανεξάρτητα από την εποχή. Το εαρινό πρότυπο ημερήσιας δραστηριότητας της *P. cretensis* εμφανίζεται μάλλον μονοκόρυφο, ενώ το θερινό δικόρυφο. Οι πυκνότητες των μελετώμενων πληθυσμών και η ένταση θήρευσης που υφίστανται δεν φάνηκαν να διαφοροποιούνται σημαντικά μεταξύ των 5 βιοτόπων.

Για την προσέγγιση της θερμικής οικολογίας της *P. cretensis* συλλέχθηκαν στο πεδίο οι θερμοκρασίες σώματος δραστήριων ζώων και οι διαθέσιμες λειτουργικές θερμοκρασίες και εκτιμήθηκε σε κατάλληλη εργαστηριακή διάταξη το επιλεγόμενο εύρος θερμοκρασιών κάθε πληθυσμού. Με βάση τα δεδομένα αυτά υπολογίστηκαν οι δείκτες ακρίβειας, ευστοχίας και αποτελεσματικότητας της θερμορύθμισης, καθώς και ο δείκτης θερμικής

ποιότητας του περιβάλλοντος, από τους οποίους προέκυψαν τα θερμορυθμιστικά πρότυπα των 5 πληθυσμών για τις δύο εποχές.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι θερμικές προτιμήσεις των 5 πληθυσμών που μελετήθηκαν δεν διέφεραν σημαντικά. Όλοι οι πληθυσμοί αποδείχτηκαν ενεργητικοί θερμορυθμιστές και πέτυχαν υψηλότερη ευστοχία και αποτελεσματικότητα θερμορύθμισης το καλοκαίρι, συγκριτικά με την άνοιξη. Επίσης, φάνηκε ότι η *P. cretensis* προσαρμόζει τη θερμορυθμιστική της στρατηγική με βάση τις εκάστοτε συνθήκες. Σε βιοτόπους όπου οι θερμικοί περιορισμοί είναι αυξημένοι (π.χ. ορεινές περιοχές), επιλέγει την με κάθε κόστος αποτελεσματική θερμορύθμιση, ενώ σε πιο ευνοϊκά θερμικά περιβάλλοντα και όταν άλλοι οικολογικοί περιορισμοί (π.χ. κίνδυνος θήρευσης) είναι αυξημένοι, ακολουθεί πιο συντηρητική στρατηγική. Σε κάθε περίπτωση, τύπος του ενδιαιτήματος και ιδιαίτερα το ποσοστό εδαφικής κάλυψης φάνηκε να επηρεάζει το πρότυπο θερμορύθμισης που υιοθετεί η *P. cretensis*, καθώς σε περιοχές με υψηλό ποσοστό εδαφικής κάλυψης, όπου απολαμβάνει τα πλεονεκτήματα της θερμικής ετερογένειας και της προστασίας από τους θηρευτές, εμφανίζει υψηλότερη ευστοχία και αποτελεσματικότητα θερμορύθμισης, απ' ότι σε περιοχές ίδιας ή και υψηλότερης θερμικής ποιότητας, αλλά με χαμηλότερο ποσοστό εδαφικής κάλυψης.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: *Podarcis cretensis*, Lacertidae, οικολογία, θερμική βιολογία, θερμορύθμιση, πληθυσμιακή πυκνότητα, παράσιτα, θήρευση, φύλο, υψόμετρο, ενδιαίτημα, εποχή.

ABSTRACT

The central aim of the present study was to collect data on the ecology of the recently described lizard species *Podarcis cretensis* (Squamata: Lacertidae), endemic to Crete and satellite islands.

For this purpose we studied 5 populations of the species during two seasons: spring and summer 2007. We focused on the approach of the thermal ecology of the species, as well as the effects of the season, the habitat type and the altitude on the thermoregulatory strategies the populations adopt. Simultaneously, we estimated the density of the 5 populations, their activity patterns, the predation pressure they suffer and the percentage of the animals that were infected with ectoparasites.

377 lizards were captured for the needs of this study. We used the line transect method to estimate population densities. Activity patterns were derived from the time of captures during each sampling season. We used the percentage of examined animals with cut or regenerated tails as an index of predation pressure along with a predation simulation experiment.

Results showed that male lizards of the species were captured more frequently than females and were mostly infected with ectoparasites, regardless of the season. Activity patterns seem to be rather single-peaked during spring but double-peaked during summer. Population densities of the study species and predation pressure did not vary significantly among the 5 examined biotopes.

To investigate the thermal ecology of *P. cretensis*, we collected field body temperatures of active lizards, along with the available operative temperatures and we used a laboratory thermal gradient to estimate each population's selected temperature range. Based on these data, we calculated indexes of precision, accuracy and effectiveness of thermoregulation, along with the index of the habitat's thermal quality, which we used to evaluate the thermoregulatory strategies that the 5 study populations adopt during the two sampling seasons.

According to the results, the thermal preferences of the 5 study populations did not vary significantly. All populations proved to be active

thermoregulators and achieved higher accuracy and effectiveness of thermoregulation during summer. It also seems that *P. cretensis* adjusts its thermoregulatory strategy according to the conditions prevailing. In habitats where thermal restrictions are increased (e.g. high altitude sites), it thermoregulates effectively in spite of the associated costs, while in mild environmental conditions and if other ecological restrictions (e.g. risk of predation) are increased, it adopts a rather conservative thermoregulatory strategy. In all cases, it seems that the type of habitat -and in particular the percentage of surface coverage- has an impact on the species' thermoregulatory strategy: in habitats with high percentage of surface coverage (i.e. plants & rocks), where it takes advantage of the thermal heterogeneity and the safety against predators, it achieves higher accuracy and effectiveness of thermoregulation than in habitats of similar or higher thermal quality, but with lower percentage of surface coverage.

KEY-WORDS: *Podarcis cretensis*, Lacertidae, ecology, thermal biology, thermoregulation, activity, population density, parasites, predation, sex, altitude, habitat, season.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1

1.1 ΘΕΡΜΙΚΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΕΡΠΕΤΩΝ 2

1.1.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ 2

1.1.2 ΘΕΡΜΟΡΥΘΜΙΣΗ 2

1.1.2.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ 2

1.1.2.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΘΕΡΜΟΡΥΘΜΙΣΗ 3

1.1.2.3 ΟΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΤΙΣ ΣΑΥΡΕΣ 5

1.1.3 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΗ ΘΕΡΜΟΡΥΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΕΡΠΕΤΩΝ 7

1.1.3.1 ΑΝΑΔΡΟΜΗ 7

1.1.3.2 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΩΝ HERTZ *ET AL.* (1993) 10

1.2 ΤΟ ΜΕΛΕΤΩΜΕΝΟ ΕΙΔΟΣ 12

1.2.1 Η ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ LACERTIDAE 12

1.2.2 ΤΟ ΓΕΝΟΣ *PODARCIS* 13

1.2.3 ΤΟ ΕΙΔΟΣ *PODARCIS CRETENSIS* 14

1.3 ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 16

2. ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ 17

2.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ 18

2.2 ΟΙ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ 19

2.2.1 ΜΠΑΛΟΣ 21

2.2.2 ΕΛΑΦΟΝΗΣΙ 22

2.2.3 ΛΙΣΣΟΣ 23

2.2.4 ΘΕΡΙΣΣΟ 25

2.2.5 ΑΝΩΠΟΛΗ 26

2.3 ΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ 27

2.3.1 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ-ΔΙΑΡΚΕΙΑ 27

2.3.2 Η ΣΥΛΛΗΨΗ ΤΩΝ ΣΑΥΡΩΝ 28

2.3.3 ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ-ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ 29

2.3.3.1 1^{Η} ΣΕΙΡΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ (ΆΝΟΙΞΗ) 29

2.3.3.2 2^{Η} ΣΕΙΡΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ (ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ) 31

2.4 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ 32

2.5 ΠΑΡΑΣΙΤΙΣΜΟΣ 33

2.6 ΘΗΡΕΥΣΗ 34
2.6.1 ΑΥΤΟΤΟΜΙΑ ΟΥΡΑΣ 34
2.6.2 ΠΕΙΡΑΜΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΘΗΡΕΥΣΗΣ 34
2.7 ΘΕΡΜΙΚΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ 37
2.7.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ 37
2.7.1.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΩΜΑΤΟΣ (T_b) 37
2.7.1.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ (T_e) 38
2.7.1.3 ΕΠΙΛΕΓΟΜΕΝΟ ΕΥΡΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ (T_{set}) 43
2.7.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΘΕΡΜΟΡΥΘΜΙΣΗΣ 46
2.8 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ 48

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 49
3.1 ΣΥΛΛΗΨΕΙΣ 50
3.1.1 ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΦΥΛΩΝ 50
3.1.2 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 53
3.2 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ 55
3.3 ΠΑΡΑΣΙΤΙΣΜΟΣ 57
3.3.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΕΞΩΠΑΡΑΣΙΤΩΝ 57
3.3.2 ΑΦΘΟΝΙΑ ΕΞΩΠΑΡΑΣΙΤΩΝ ΑΝΑ ΆΤΟΜΟ 59
3.4 ΘΗΡΕΥΣΗ 61
3.4.1 ΑΥΤΟΤΟΜΙΑ ΟΥΡΑΣ 61
3.4.2 ΠΕΙΡΑΜΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΘΗΡΕΥΣΗΣ 62
3.4.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΕΘΟΔΩΝ 64
3.5 ΘΕΡΜΙΚΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ 65
3.5.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ 65
3.5.1.1 ΕΠΙΛΕΓΟΜΕΝΟ ΕΥΡΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ (T_{set}) 65
3.5.1.2 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΩΜΑΤΟΣ (T_b) 67
3.5.1.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ (T_e) 69
3.5.2 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΘΕΡΜΟΡΥΘΜΙΣΗΣ 73
3.5.2.1 ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΤΩΝ T_b ΚΑΙ T_e ΚΑΙ Η ΣΧΕΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΟ T_{set} 73
3.5.2.2 ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΩΝ T_b ΚΑΙ T_e 79
3.5.2.3 ΔΕΙΚΤΕΣ ΘΕΡΜΟΡΥΘΜΙΣΗΣ 81
3.5.3 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ 84

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ 86
4.1 ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΦΥΛΩΝ 87
4.2 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 88
4.3 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ 89
4.4 ΠΑΡΑΣΙΤΙΣΜΟΣ 90
4.5 ΘΗΡΕΥΣΗ 92
4.6 ΘΕΡΜΙΚΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ 93
4.6.1 ΕΠΙΛΕΓΟΜΕΝΟ ΕΥΡΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ (T_{set}).....93
4.6.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ (T_e) 96
4.6.3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ 98
4.6.4 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΩΜΑΤΟΣ (T_b).....103
4.6.5 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΘΕΡΜΟΡΥΘΜΙΣΗΣ 105

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....114

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 117
6.1 ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ..... 118
6.2 ΕΛΛΗΝΙΚΗ 128

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΘΕΡΜΙΚΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΕΡΠΕΤΩΝ

1.1.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Η θερμοκρασία αποτελεί τον πιο σημαντικό αβιοτικό παράγοντα για την βιολογία των ερπετών (Heatwole, 1976), καθώς επηρεάζει τις οικολογικές, τις φυσιολογικές και τις βιοχημικές τους λειτουργίες, όπως η πέψη, ο μεταβολισμός, ο ρυθμός ανάπτυξης, η κίνηση, η μάθηση, η ικανότητα θήρευσης και η αναπαραγωγή (Huey, 1982). Μεγάλο ποσοστό της δραστηριότητας των ερπετών αφιερώνεται στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος τους και τη διατήρησή της σε ευνοϊκά για την επιβίωση και την αναπαραγωγή τους επίπεδα. Σε αντίθεση με τα θηλαστικά και τα πτηνά των οποίων η θερμοκρασία εμφανίζει μικρή διακύμανση και ρυθμίζεται μέσω του οξειδωτικού μεταβολισμού (*ενδοθερμία*), τα ερπετά μπορούν να επιβιώσουν σε ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών, τις οποίες επιτυγχάνουν ανταλλάσοντας θερμότητα με το άμεσο περιβάλλον τους (*εξωθερμία*) (Spellerberg, 1982).

1.1.2 ΘΕΡΜΟΡΥΘΜΙΣΗ

1.1.2.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Η θερμορύθμιση είναι μία ενεργητική διαδικασία με την οποία τα ερπετά προσπαθούν να διατηρήσουν τη θερμοκρασία του σώματος τους όσο το δυνατόν πιο κοντά σε ένα –συνήθως στενό- επιθυμητό εύρος, όταν οι θερμοκρασίες του περιβάλλοντος εκτείνονται πέρα από αυτό (Huey, 1982; Pough & Gans, 1982). Βασίζεται στην εκμετάλλευση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος (ηλιακή ακτινοβολία, αγωγή από το υπόστρωμα κτλ) και πραγματοποιείται εν μέρει με χρήση φυσιολογικών μηχανισμών (Bartholomew, 1982), αλλά κυρίως μέσω συμπεριφοράς (Cowles & Bogert, 1944).

Οι μηχανισμοί συμπεριφοράς που χρησιμοποιούν τα ερπετά προκειμένου να ρυθμίσουν τη θερμοκρασία του σώματός τους περιλαμβάνουν μετακινήσεις ανάμεσα σε διαφορετικά μικροενδιαιτήματα (Hertz & Huey, 1981; Adolph, 1990; Bauwens *et al.*, 1996), επιλογή καταφυγίων (Kearney & Predavec, 2000), αλλαγές στο χρόνο δραστηριότητας (Huey & Pianka, 1977;

Hertz & Huey, 1981; Van Damme *et al.*, 1989; Bauwens *et al.*, 1996), προσαρμογή της συχνότητας και της διάρκειας της έκθεσης τους στον ήλιο (Van Damme *et al.*, 1989), καθώς και του προσανατολισμού του σώματός τους (Bauwens *et al.*, 1996; Kearney & Predavec, 2000).

Η ενεργητική θερμορύθμιση δίνει τη δυνατότητα στα ερπετά να διατηρούν υψηλές και σχετικά σταθερές θερμοκρασίες σώματος, παρά τις αυξομειώσεις στη θερμοκρασία περιβάλλοντος (Avery, 1982; Huey, 1982). Συνεπάγεται όμως και κάποιο κόστος, το οποίο ανάλογα με την οικολογική και θερμική ποιότητα του περιβάλλοντος μπορεί να είναι υψηλό. Το κόστος της ενεργητικής θερμορύθμισης μπορεί να είναι η απώλεια ενέργειας για τη μετακίνηση από ηλιόλουστα σε σκιερά μικροενδιαιτήματα, η απώλεια χρόνου τον οποίο θα μπορούσε το ζώο να αφιερώσει στην αναζήτηση τροφής και στην αναπαραγωγή, καθώς και η έκθεση του σε πιθανούς θηρευτές ή ανταγωνιστές. Επομένως, θεωρώντας ένα ισοζύγιο κόστους-ωφέλειας για την επίτευξη των φυσιολογικά βέλτιστων θερμοκρασιών, προκύπτει ότι αυτές δεν ταυτίζονται απαραίτητα με τις οικολογικά βέλτιστες θερμοκρασίες (Huey & Slatkin, 1976).

1.1.2.2 Παραγοντες που Επηρεαζουν τη Θερμορυθμιση

Ο βαθμός στον οποίο ένα ερπετό ρυθμίζει τη θερμοκρασία του σώματος του αντικατοπτρίζει τη θερμική και οικολογική ποιότητα του περιβάλλοντος στο οποίο διαβιώνει, καθώς επηρεάζεται από τις κλιματολογικές συνθήκες, τη θερμική ετερογένεια του ενδιαιτήματος, τη διαθεσιμότητα τροφής και καταφυγίων και την παρουσία θηρευτών και ανταγωνιστών (Huey & Slatkin, 1976; Huey, 1982). Εξαρτάται όμως και από άλλους παράγοντες όπως την ηλικία, το φύλο, την αναπαραγωγική κατάσταση (Van Damme *et al.*, 1986), καθώς και το μέγεθος του σώματός του, και τη φυλογενετική του ιστορία (Huey, 1982). Έτσι, υπάρχουν είδη που είναι κατά κύριο λόγο θερμοσυμμορφωτές (*thermoconformers*), δηλαδή δεν θερμορυθμίζουν ενεργητικά, αλλά ακολουθούν απλά τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, και είδη θερμορυθμιστές (*thermoregulators*), που θερμορυθμίζουν ενεργητικά και με ακρίβεια. Οι δύο αυτές περιπτώσεις αποτελούν τα άκρα μιας σειράς θερμορυθμιστικών στρατηγικών που μπορούν

να υιοθετήσουν τα διάφορα είδη (Avery, 1982). Σε ορισμένες περιπτώσεις ένα είδος μπορεί να υιοθετεί διαφορετικές θερμορυθμιστικές στρατηγικές σε διαφορετικούς βιοτόπους (Huey, 1982).

Οι σαύρες εμφανίζουν μεγαλύτερη ποικιλία θερμορυθμιστικών συμπεριφορών σε σχέση με άλλα ερπετά. Ιδιαίτερα για τα είδη που ζουν σε ανοιχτούς και ηλιόλουστους βιοτόπους, το κόστος της θερμορύθμισης είναι συνήθως χαμηλό, καθώς το περιβάλλον παρέχει μία σειρά διαφορετικών θερμικών συνθηκών τις οποίες η σαύρα μπορεί να εκμεταλλευτεί. Οι πλευρές των βράχων που εκτίθενται στον ήλιο είναι ζεστές και αποτελούν πηγή υπέρυθρης θερμότητας, ενώ οι σκιερές πλευρές τους είναι δροσερές, δίνοντας τη δυνατότητα στη σαύρα να αποβάλλει θερμότητα. Οι αραιές συστάδες βλάστησης παρέχουν σκιά που επιτρέπει στο ζώο να αποφύγει την άμεση έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία, ενώ σκαρφαλώνοντας στα φυτά αποκτά πρόσβαση σε δροσερότερο αέρα (Pough *et al.*, 1998).

Άλλοι βιότοποι, δεν παρέχουν αντίστοιχες πηγές θερμότητας, με αποτέλεσμα το κόστος της θερμορύθμισης να είναι υψηλό. Στα πυκνά δάση, για παράδειγμα, το φως του ήλιου διεισδύει στην κόμη των δέντρων μόνο κατά τόπους, με αποτέλεσμα η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας κάτω από αυτήν, να είναι χαμηλή και σχετικά ομοιογενής, ενώ η θερμική ετερογένεια μικρή. Συνεπώς, οι σαύρες δυσκολεύονται να βρούνε τις πηγές θερμότητας που υπάρχουν στα ανοιχτά ενδιαιτήματα. Συχνά, προκειμένου να βρουν ηλιόλουστα τμήματα γης, αναγκάζονται να απομακρυνθούν από την επικράτεια τους, ρισκάροντας την έκθεσή τους σε θηρευτές, καθώς και επιθέσεις από τους κατόχους των περιοχών που μεσολαβούν (Pough *et al.*, 1998).

Είναι επίσης γνωστό ότι η θερμορυθμιστική συμπεριφορά των σαυρών μεταβάλλεται και με την εποχή (Huey & Pianka, 1977; Hertz, 1992; Hertz *et al.*, 1993; Christian & Bedford 1995; Schauble & Grigg, 1998; Hitchcock & McBrayer, 2006; Sepulveda *et al.*, 2008), από την οποία επηρεάζεται το θερμικό περιβάλλον, η διάρκεια της ημέρας, η διαθεσιμότητα τροφής, η δυνατότητα ζευγαρώματος και οι ενδογενείς ρυθμοί (Underwood, 1992).

Επιπλέον, οι κλιματικές συνθήκες ενός βιοτόπου εξαρτώνται από το υψόμετρο και το γεωγραφικό του πλάτος. Συχνά, πληθυσμοί που ζουν σε μεγάλα υψόμετρα ή/και γεωγραφικά πλάτη εμφανίζουν χαμηλότερη και πιο ποικίλη θερμοκρασία σώματος από άλλους του ίδιου είδους που ζουν σε

μικρότερα υψόμετρα ή/και γεωγραφικά πλάτη (Gvozdík, 2002). Σε άλλες πάλι περιπτώσεις, οι σαύρες υιοθετούν φυσιολογικές και κυρίως συμπεριφοριστικές προσαρμογές, προκειμένου να ανταπεξέλθουν στις κλιματικές αντιξοότητες (Hertz & Huey, 1981; Adolph, 1990).

1.1.2.3 Οι Θερμοκρασιες στις Σαυρες

Θερμοκρασίες Σώματος (*Activity Body Temperatures*, T_b)

Είναι οι θερμοκρασίες που πετυχαίνει μία δραστήρια (ενεργή) σαύρα στο φυσικό της περιβάλλον (Pough & Gans, 1982). Μπορούν να μετρηθούν είτε με τηλεμετρία (*radiotelemetry*), είτε με μέτρηση της θερμοκρασίας αμάρας με θερμόμετρο, αμέσως μετά τη σύλληψη του ζώου (Hertz *et al.*, 1993).

Επιλεγόμενο Εύρος Θερμοκρασιών (*Set-Point Temperature Range*, T_{set})

Ως επιλεγόμενο εύρος θερμοκρασιών ή –πιο απλά- επιλεγόμενες θερμοκρασίες, ορίζονται οι θερμοκρασίες σώματος που θα πετύχαιναν τα ζώα, εάν στο πεδίο δεν υπήρχε κανένας φυσικός ή βιοτικός περιορισμός (Licht *et al.*, 1966). Πρόκειται για το εύρος των θερμοκρασιών σώματος, μέσα στο οποίο οι περισσότερες φυσιολογικές λειτουργίες της σαύρας βελτιστοποιούνται (Angilletta *et al.*, 2002).

Επειδή οι επιλεγόμενες θερμοκρασίες δεν είναι δυνατό να καταγραφούν στο πεδίο, καθώς οι ιδανικές συνθήκες που απαιτούνται είναι ανέφικτες, μετριούνται σε εργαστηριακές συνθήκες, όπου με κατάλληλες διατάξεις προσφέρεται σε έναν αντιπροσωπευτικό αριθμό ζώων η δυνατότητα να επιλέξουν τη θερμοκρασία στην οποία θα εκτεθούν, χωρίς οικολογικό κόστος και περιορισμούς. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται ειδικά διαμορφωμένα terraria διαδρομών (Berk & Heath, 1975), σύνθετες θερμικές αρένες (Greenberg, 1976) καθώς και διάδρομοι θερμοκρασιακής κλίσης (Licht *et al.*, 1966). Το T_{set} υπολογίζεται ως το κεντρικό 50% (Hertz *et al.*, 1993; Christian & Weavers, 1996; Schäuble & Grigg, 1998; Kearney & Predavec, 2000; Scheers & Van Damme, 2002; Hitchcock & McBrayer, 2006; Clusella-Trullas *et al.*, 2007) ή 68% (DeWitt & Friedman, 1979) ή 80% (Bauwens *et al.*, 1996; Gvozdík, 2002; Díaz & Cabezas-Díaz, 2004;

Herczeg *et al.*, 2006; 2008) των τιμών θερμοκρασίας που επιλέγει το ζώο στο σχετικό διαμορφωμένο χώρο.

Το επιλεγόμενο εύρος θερμοκρασιών υπολογισμένο όπως περιγράφεται παραπάνω είναι χαρακτηριστικό ενός πληθυσμού, δεν είναι όμως πάντα σταθερό. Μπορεί να μεταβάλλεται ανά εποχή (Huey, 1982; Van Damme *et al.*, 1986; Christian & Bedford, 1995; Díaz *et al.*, 2006) και να εξαρτάται από την ηλικία, το φύλο, καθώς και την φυσιολογική και ορμονική κατάσταση της σαύρας (Huey, 1982).

Λειτουργικές Θερμοκρασίες (*Operative Temperatures*, T_e)

Ως λειτουργικές θερμοκρασίες ορίζονται οι θερμοκρασίες που επιτυγχάνονται από ένα αντικείμενο του ίδιου μεγέθους, σχήματος και αντανακλαστικότητας, που βρίσκεται στις ίδιες συνθήκες με το μελετώμενο εξώθερμο ζώο (Pough *et al.*, 1998). Οι λειτουργικές θερμοκρασίες απεικονίζουν το θερμικό μωσαϊκό μιας περιοχής. Η καταγραφή μιας σειράς T_e σε τυχαία επιλεγμένα σημεία ενός ενδιαιτήματος, παρέχει τη «μηδενική» ("null") κατανομή των θερμοκρασιών σώματος που θα είχαν τα ζώα εάν δεν θερμορύθμιζαν (Christian & Tracy, 1985; Grant & Dunham, 1988; Huey, 1991; Hertz, 1992).

Η μέτρηση των λειτουργικών θερμοκρασιών μπορεί να γίνει είτε έμμεσα, με χρήση μικρομετεωρολογικών και ανατομικών δεδομένων σε σύνθετες βιοφυσικές εξισώσεις (Porter *et al.*, 1973; Christian & Weavers, 1996) είτε άμεσα με διάφορους τύπους φυσικών μοντέλων που προσομοιάζουν το μελετώμενο οργανισμό, τα οποία αποκαλούνται και «θερμόμετρα λειτουργικών θερμοκρασιών» (Bakken, 1992). Τα συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα φυσικά μοντέλα είναι είτε συμπαγή ή κούφια, μεταλλικά ή πλαστικά ομοιώματα, ίδια σε μέγεθος, χρώμα, στάση και θερμοχωρητικότητα με το μελετώμενο ζώο (Adolph, 1990; Hertz *et al.*, 1993; Bauwens *et al.*, 1996), είτε απλά κομμάτια χάλκινου σωλήνα συγκεκριμένων κάθε φορά διαμέτρου και μήκους, ανάλογα με το μελετώμενο είδος, βαμμένα με κατάλληλο χρώμα που αποδίδει την αντανακλαστικότητα του ζώου (Díaz, 1997; Shine & Kearney, 2001; Hitchcock & McBrayer, 2006). Σε κάθε περίπτωση πάντως, στόχος είναι η όσο το δυνατόν πληρέστερη χαρτογράφηση της θερμικής μωσαϊκότητας του ενδιαιτήματος και για το λόγο

αυτό συνήθως απαιτείται εκτεταμένη δειγματοληψία με σχετικά μεγάλο αριθμό μοντέλων (Hertz *et al.*, 1993).

1.1.3 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΗ ΘΕΡΜΟΡΥΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΕΡΠΕΤΩΝ

1.1.3.1 ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το 1944, οι Cowles & Bogert με το ιστορικό πλέον άρθρο τους, ανάγκασαν τους βιολόγους να αναγνωρίσουν το γεγονός ότι τα ερπετά υιοθετούν συμπεριφορές αλληλεπίδρασης με τα θερμικά περιβάλλοντά τους, προκειμένου να ρυθμίσουν τη θερμοκρασία του σώματός τους. Οι δύο δεκαετίες έρευνας που ακολούθησαν, οδήγησαν στην ανάπτυξη του πεδίου της Οικοφυσιολογίας Ζώων και απέφεραν εκτεταμένη γνώση πάνω στον τρόπο με τον οποίο τα ερπετά θερμορυθμίζουν συμπεριφοριστικά και φυσιολογικά, εκμεταλλευόμενα διαφορετικά θερμικά περιβάλλοντα (Christian *et al.*, 2006).

Το 1964, ο Heath επισήμανε το γεγονός ότι η απλή μέτρηση των θερμοκρασιών σώματος των ερπετών και η συσχέτισή τους με τη θερμοκρασία του αέρα, δεν επαρκεί για να χαρακτηρίσει σύνθετα θερμικά περιβάλλοντα. Στα τέλη της δεκαετίας του 1960, μελέτες βασισμένες στη φυσική της μεταφοράς θερμότητας και στη θερμοδυναμική έκαναν πιο κατανοητή την αλληλεπίδραση των ερπετών με τα θερμικά τους περιβάλλοντα (Bartlett & Gates, 1967; Norris, 1967). Η ανάπτυξη βιοφυσικών μοντέλων για την περιγραφή των ενεργειακών ισοζυγίων των ερπετών που ακολούθησε, έδωσε στη θερμική βιολογία των ερπετών μία περισσότερο οικολογική θεώρηση (Porter & Gates, 1969; Porter *et al.*, 1973; Christian & Tracy, 1981; Tracy, 1982; Waldschmidt & Tracy, 1983; Stevenson *et al.*, 1985). Παράλληλα, αναπτύχθηκε η έννοια των λειτουργικών θερμοκρασιών (Bakken & Gates, 1975; Bakken, 1981; Roughgarden *et al.*, 1981; Tracy, 1982; Bakken *et al.*, 1985), προκειμένου να ενσωματώσει ζωικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες σε έναν μηχανιστικό δείκτη της επίδρασης του θερμικού περιβάλλοντος στις θερμοκρασίες των ερπετών, για δεδομένες περιβαλλοντικές συνθήκες (Christian *et al.*, 2006).

Το 1976, οι Huey & Slatkin έθεσαν ένα νέο προβληματισμό που άλλαξε την πορεία της έρευνας στη θερμική οικολογία των ερπετών.

Ξεπερνώντας την -επικρατούσα μέχρι τότε- άποψη της με κάθε θυσίας ακριβούς θερμορύθμισης στα ερπετά (Carpenter, 1952; Norris, 1953; Reichling, 1957; Bogert, 1959; Schmidt-Nielsen & Dawson, 1964), εκτίμησαν την σχέση κόστους-ωφέλειας που αφορά στην επίτευξη και διατήρηση μιας βέλτιστης και σταθερής θερμοκρασίας σώματος από ένα εξώθερμο ζώο, διατυπώνοντας την άποψη ότι οι σαύρες θα πρέπει να θερμορυθμίζουν προσεκτικά μόνο σε βιοτόπους όπου το κόστος μιας ακριβούς θερμορύθμισης είναι χαμηλό. Συγκεκριμένα, το μοντέλο κόστους-ωφέλειας των Huey & Slatkin προτείνει ότι σε βιοτόπους όπου το κόστος της θερμορύθμισης είναι υψηλό οι σαύρες συμπεριφέρονται ως θερμοσυμμορφωτές, ενώ σε βιοτόπους όπου το κόστος της θερμορύθμισης είναι χαμηλό συμπεριφέρονται ως θερμορυθμιστές (Huey & Slatkin, 1976).

Παρά το γεγονός ότι το μοντέλο των Huey & Slatkin (1976) εμπεριέχει πολλές αδιαμφισβήτητες ακόμα και σήμερα αρχές, εμφανίζει και σημαντικές αδυναμίες. Η σημαντικότερη από αυτές είναι ότι δεν λαμβάνει υπόψη το γεγονός ότι τα μειονεκτήματα της θερμοσυμμόρφωσης μπορεί να είναι μεγαλύτερα από το κόστος της θερμορύθμισης σε μη ευνοϊκά περιβάλλοντα, όπου η σαύρα έχει περισσότερο ανάγκη τη βέλτιστη φυσιολογική της λειτουργία. Η ανάγκη αυτή οποίο μπορεί οδηγήσει άτομα, πληθυσμούς ή είδη στο να επιλέξουν θερμορυθμιστική στρατηγική ακόμα και σε περιβάλλοντα υψηλού κόστους. (Blouin-Demers & Nadeau, 2005). Μία ακόμα αδυναμία του μοντέλου είναι ότι βασίζεται στη συσχέτιση των θερμοκρασιών σώματος των ζώων με τις θερμοκρασίες περιβάλλοντος, χωρίς να ενσωματώνει την έννοια των λειτουργικών θερμοκρασιών (Herczeg *et al.*, 2006).

Η εκτεταμένη έρευνα που ακολούθησε μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1990, ξεκαθάρισε πολλές σημαντικές πτυχές της θερμορύθμισης των ερπετών, όπως τη βιοφυσική της εναλλαγής θερμότητας μεταξύ των ερπετών και του περιβάλλοντός τους, (Porter *et al.*, 1973; Tracy, 1982; Stevenson, 1985a; Bakken, 1992), τις συμπεριφοριστικές (Heath, 1965; Huey & Pianka, 1977; Stevenson, 1985b; Lillywhite, 1987; Grant & Dunham, 1988; Hertz, 1992) και φυσιολογικές (Bartholomew, 1982; Turner & Tracy, 1986; Lillywhite, 1987) προσαρμογές που χρησιμοποιούν τα ερπετά προκειμένου να θερμορυθμίσουν, τη νευροφυσιολογική βάση του επιλεγόμενου εύρους

θερμοκρασιών (*Set-Point Temperatures*, T_{set}) (Heath, 1970; Barber & Crawford, 1977; Firth & Turner, 1982), καθώς και τις φυσιολογικές και οικολογικές επιπτώσεις της θερμορύθμισης (Huey & Stevenson, 1979; Christian & Tracy, 1981; Heinrich, 1981; Hertz *et al.*, 1983; Stevenson *et al.*, 1985; Lillywhite, 1987; Huey *et al.*, 1989; Van Damme *et al.*, 1989; Grant, 1990).

Με αφετηρία τη γνώση αυτή και τους προβληματισμούς που προέκυψαν από το άρθρο των Huey & Slatkin, (1976), οι Hertz *et al.*, (1993) επέστησαν την προσοχή στο γεγονός ότι το κομβικό ερώτημα «Πόσο προσεκτικά θερμορυθμίζουν τα ερπετά;», αποτελεί συνδυασμό περισσότερων αλληλεπιδρώντων ερωτημάτων και για το λόγο αυτό το να προσπαθήσει κανείς να δώσει μία μεμονωμένη απάντηση θα ήταν παραπλανητικό. Σύμφωνα με τους Hertz *et al.*, (1993), η ορθή προσέγγιση του ερωτήματος αυτού έγκειται στην απάντηση των εξής ερωτημάτων:

1. Σε ποιο βαθμό το ζώο προβαίνει σε συμπεριφοριστικές και φυσιολογικές προσαρμογές προκειμένου να θερμορυθμίσει;
2. Πόσο μεταβλητή είναι η θερμοκρασία του σώματός του; → Η ακρίβεια (*precision*) της θερμορύθμισης.
3. Σε ποιο βαθμό συμπίπτουν οι θερμοκρασίες σώματος του ζώου με το επιλεγόμενο εύρος θερμοκρασιών του; → Η ευστοχία (*accuracy*) της θερμορύθμισης.
4. Σε ποιο βαθμό το ζώο επιτυγχάνει, μέσω της θερμορυθμιστικής συμπεριφοράς, θερμοκρασίες σώματος κοντά στο επιλεγόμενο εύρος του, συγκριτικά με τις λειτουργικές θερμοκρασίες που έχει στη διάθεσή του; → Η αποτελεσματικότητα (*effectiveness*) της θερμορύθμισης.

Με βάση τα παραπάνω ερωτήματα, οι Hertz *et al.*, (1993) ανέπτυξαν ένα πρωτόκολλο ποσοτικοποίησης της θερμορύθμισης για μικρά, εξώθερμα ζώα και ιδιαίτερα σαύρες, το οποίο αποτέλεσε σταθμό στη μελέτη της θερμορύθμισης των ερπετών και εφαρμόζεται ευρύτατα μέχρι σήμερα (Bauwens *et al.*, 1996; Kearney & Predavec, 2000; Gvozdík, 2002; Díaz & Cabezas-Díaz, 2004; Hitchcock & McBrayer, 2006; Sepulveda *et al.*, 2008).

1.1.3.2 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΩΝ HERTZ *ET AL.* (1993)

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, τρία είδη δεδομένων είναι απαραίτητα για την ολοκληρωμένη εκτίμηση της θερμορύθμισης:

1. Οι θερμοκρασίες σώματος (T_b) ενός αντιπροσωπευτικού αριθμού δραστήριων ζώων στο πεδίο.
2. Οι διαθέσιμες λειτουργικές θερμοκρασίες (T_e), μετρημένες ταυτόχρονα ή τουλάχιστον κάτω από ίδιες περιβαλλοντικές συνθήκες με τις T_b.
3. Το επιλεγόμενο εύρος θερμοκρασιών (T_{set}) του είδους (ή του πληθυσμού).

Διαθέτοντας τα δεδομένα αυτά, μπορούν να υπολογιστούν οι παρακάτω δείκτες θερμορύθμισης (Hertz *et al.*, 1993):

- **Variance T_b:** Η διακύμανση των θερμοκρασιών σώματος (T_b). Αποτελεί δείκτη της ακρίβειας (*precision*) της θερμορύθμισης (χαμηλή Variance T_b→υψηλή ακρίβεια).
- **$\bar{d}_b$ (ή μέση d_b):** Η μέση απόλυτη απόκλιση μεταξύ των θερμοκρασιών σώματος (T_b) και του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών (T_{set}). Αποτελεί δείκτη της ευστοχίας (*accuracy*) με την οποία τα εξώθερμα ζώα επιτυγχάνουν θερμοκρασίες σώματος μέσα στα όρια του T_{set}. Δεν είναι όμως απαραίτητο ότι μια χαμηλή τιμή $\bar{d}_b$ (άρα υψηλή ευστοχία) συνεπάγεται ενεργητική θερμορύθμιση, ούτε ότι μια υψηλή τιμή $\bar{d}_b$ (χαμηλή ευστοχία) σημαίνει αδυναμία θερμορύθμισης.
- **$\bar{d}_e$ (ή μέση d_e):** Η μέση απόλυτη απόκλιση μεταξύ των λειτουργικών θερμοκρασιών (T_e) και του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών (T_{set}). Αποτελεί δείκτη της θερμικής ποιότητας του περιβάλλοντος, δηλαδή του πόσο κοντά βρίσκονται οι διαθέσιμες λειτουργικές θερμοκρασίες στο T_{set} του ζώου (χαμηλή τιμή $\bar{d}_e$ υποδηλώνει υψηλή θερμική ποιότητα).
- **$E=1-\bar{d}_b/\bar{d}_e$:** Η αποτελεσματικότητα (*effectiveness*) της θερμορύθμισης. Γενικά ισχύει $0<E<1$. Η τιμή του E θα προσεγγίζει το μηδέν στην ακραία περίπτωση της θερμοσυμμόρφωσης, δηλαδή όταν τα ζώα δεν θερμορυθμίζουν ενεργητικά, ενώ θα προσεγγίζει το 1 στην ακραία περίπτωση της τέλειας θερμορύθμισης. Αρνητικές τιμές του E

υποδηλώνουν ότι τα ζώα σκοπίμως αποφεύγουν τα μικροενδιαιτήματα με T_e μέσα στο T_{set}, πιθανόν για αποφυγή θηρευτών ή λόγω απουσίας τροφής στις συγκεκριμένες περιοχές.

Η μέθοδος των Hertz *et al.*, (1993) στηρίζεται στην παραδοχή ότι ο γενικός κανόνας συμπεριφοράς θέλει τα δραστήρια ζώα να διατηρούν τη θερμοκρασία σώματός τους μέσα στο επιλεγόμενο εύρος θερμοκρασιών, όποτε αυτό είναι εφικτό. Θα πρέπει όμως να αναφερθεί το γεγονός ότι έχουν παρατηρηθεί εξαιρέσεις σε αυτό τον κανόνα, π.χ. σαύρες που μεγιστοποιούν το χρόνο δραστηριότητας τους σε μία σταθερή θερμοκρασία σώματος, T_b, η οποία κατά τη διάρκεια κάποιων εποχών είναι χαμηλότερη από το επιλεγόμενο εύρος θερμοκρασιών, T_{set} (Hertz *et al.*, 1993).

Επίσης η μέθοδος δεν μπορεί να εφαρμοστεί αποτελεσματικά για μεγάλα ζώα, καθώς και για μικρά ζώα που κινούνται γρήγορα μεταξύ ετερογενών θερμικών μικροενδιαιτημάτων, αφού στις περιπτώσεις αυτές οι λειτουργικές θερμοκρασίες δεν αντικατοπτρίζουν τις θερμοκρασίες που πραγματικά έχουν στη διάθεσή τους τα ζώα (Hertz *et al.*, 1993; Christian *et al.*, 2006).

1.2 Το Μελετωμενο Ειδος

Η ταξινομική θέση του μελετώμενου είδους μέσα στην ομοταξία Ερπετά έχει ως εξής:

Ομοταξία:	Reptilia	(Ερπετά)
Τάξη:	Squamata	(Φολιδωτά)
Υποτάξη:	Sauria	(Σαύρες)
Οικογένεια:	Lacertidae	
Γένος:	*Podarcis*	
Είδος	*Podarcis cretensis* (Wettstein, 1952)	

1.2.1 Η Οικογενεια Lacertidae

Τα Lacertidae είναι μια εξαιρετικά διαφοροποιημένη οικογένεια, που περιλαμβάνει 32 γένη (Harris *et al.*, 1998), με περίπου 240 είδη, τα οποία εξαπλώνονται σε μεγάλο τμήμα της Ευρώπης, της Αφρικής και της Ασίας. Η οικογένεια των Lacertidae αποτελεί την κυρίαρχη ομάδα ερπετών στην Ευρώπη, καθώς περιλαμβάνει το 70% των ειδών των σαυρών της περιοχής (Arnold, 2002). Τα Lacertidae εξαπλώνονται σε μια τεράστια ποικιλία ενδιαιτημάτων που περιλαμβάνουν την τούνδρα και τα ψηλά βουνά, τους θαμνότοπους των Μεσογειακών οικοσυστημάτων και τα ερημικά περιβάλλοντα (Arnold, 1987). Ο ανταγωνισμός μεταξύ συμπάτριων ειδών Lacertidae είναι συνήθως περιορισμένος για διάφορους λόγους: μπορεί να καταναλώνουν διαφορετικού μεγέθους τροφή ή να κυνηγούν σε διαφορετικές περιοχές, καθώς και να καταλαμβάνουν διαφορετικούς τύπους ενδιαιτημάτων στην ίδια περιοχή (π.χ. ανοιχτά εδάφη, πυκνή βλάστηση, σωρούς από πέτρες και επιφάνειες βράχων κ.τ.λ.) (Arnold, 2002).

Πρόκειται για ζώα ημερόβια και ηλιόφιλα. Όλα τα μέλη της οικογένειας είναι ενεργοί θηρευτές και τρέφονται κυρίως με αρθρόποδα, αν και ορισμένα είδη μπορεί να είναι και φυτοφάγα. Το μήκος κεφαλοκορμού (SVL) τους συνήθως δεν ξεπερνά τα 8cm, μολονότι ορισμένα είδη μπορεί να γίνουν πολύ μεγαλύτερα (π.χ. είδη των γενών *Lacerta*, *Timon* και *Gallotia*). Στην πλειονότητά τους είναι ζώα ωοτόκα. (Arnold, 2002).

1.2.2 Το Γενος *Podarcis*

Το γένος *Podarcis* (Wall Lizards) εξαπλώνεται κυρίως στη Νότια Ευρώπη και αποτελεί την κυρίαρχη ομάδα ερπετών της περιοχής. Παρά το γεγονός ότι έχει αποτελέσει αντικείμενο εκτεταμένης οικολογικής και ηθολογικής έρευνας, η ταξινομική του γένους παραμένει σύνθετη και ασταθής (Harris *et al.*, 2005), κυρίως επειδή η μορφολογία μέσα στο γένος εμφανίζει ομοιογένεια, ενώ ταυτόχρονα παρατηρείται σημαντική ενδοειδική διαφοροποίηση μεταξύ πληθυσμών διαφορετικών περιοχών (Arnold, 2002). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ο αριθμός των υποειδών (κυρίως νησιωτικά ή απομονωμένα) που έχουν αναγνωριστεί πλησιάζει τα 300 (Böhme, 1986).

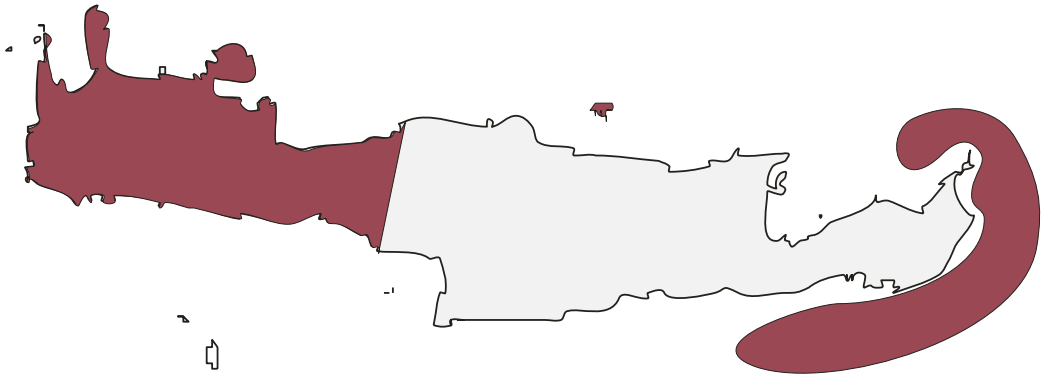
Σύμφωνα με τον Arnold (2004) το γένους αποτελείται από 18 είδη, τα οποία ταξινομούνται σε 7 ομάδες με βάση την εξάπλωσή τους:

1. Βόρεια, Δυτική και Κεντρική Ευρώπη: *P. muralis*
2. Ιβηρική Χερσόνησος και Μεσογειακή Γαλλία, Μαδέρα: *P. hispanica*, *P. atrata*, *P. bocagei* και *P. carbonelli*
3. Βαλεαρίδες Νήσοι: *P. lilfordi* και *P. pityusensis*
4. Κορσική και Σαρδηνία: *P. tiliguerta*
5. Ιταλία, Σικελία και Μάλτα: *P. sicula*, *P. wagleriana*, *P. raffonei* και *P. filfolensis*
6. Ανατολικά παράλια Αδριατικής: *P. melisellensis*
7. Νοτιοανατολική Ευρώπη: *P. taurica*, *P. erhardii*, *P. peloponnesiaca*, *P. milensis* και *P. gaigeae*

Τα τελευταία χρόνια διενεργούνται πολλές μελέτες με στόχο την αποσαφήνιση των φυλογενετικών σχέσεων μέσα στο γένος, με αποτέλεσμα ο αριθμός των ειδών να μεταβάλλεται διαρκώς. Πρόσφατα, οι Lymberakis *et al.* (2008), χρησιμοποιώντας μοριακές τεχνικές (ανάλυση μιτοχονδριακού DNA), καθώς και μορφολογικά δεδομένα, εισήγαγαν δύο νέα είδη, τα *P. levendis* (ενδημικό των νησιών Πόρι και Λαγουβάρδος, νότια των Κυθήρων) και *P. cretensis* (ενδημικό της Κρήτης και των δορυφορικών της νησιών). Το τελευταίο αποτελεί και το μελετώμενο είδος της παρούσας εργασίας.

1.2.3 Το Είδος *Podarcis cretensis*

Πρόκειται για ένα πρόσφατα αναγνωρισμένο είδος (Lymberakis *et al.*, 2008), ενδημικό της Κρήτης και των δορυφορικών της νησιών, το οποίο μέχρι πρότινος ταυτιζόταν με το είδος *Podarcis erhardii*. Η εξάπλωσή του (Εικόνα 1.1) περιορίζεται στο δυτικό τμήμα της Κρήτης, κυρίως δυτικά του Β-Ν άξονα που διασχίζει την πόλη του Ρεθύμνου. Στην περιοχή αυτή απαντάται σε υψόμετρο από 0 έως 2000m. Οι νησίδες περιφερειακά της Κρήτης στις οποίες έχουν καταγραφεί πληθυσμοί του είδους είναι (από ΝΔ και με αντιωρολογιακή φορά): Ελαφονήσι, Άρτεμις, Γαϊδουρονήσι (Χρυσή), Μικρονήσι, Καβάλλοι, Ελάσα, Παξιμάδα, Δραγονάδα, Πρασσονήσι, Αυγό, Δία, Κάργα, Αγ. Νικόλαος (κόλπος Σούδας) και Αγ. Θεόδωροι (Θοδωρού) (Lymberakis *et al.*, 2008).



Εικονα 1.1: Χάρτης της Κρήτης και των δορυφορικών της νησιών με την εξάπλωση της *P. cretensis* (κόκκινο χρώμα).

Όπως αναφέρθηκε, το μελετώμενο είδος είναι πολύ πρόσφατα αναγνωρισμένο, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει, προς το παρόν, βιβλιογραφία που να το περιγράφει. Για το λόγο αυτό τα στοιχεία που ακολουθούν προέρχονται από βιβλιογραφία που αναφέρεται στο είδος *P. erhardii*, στο οποίο μέχρι πρόσφατα ανήκε η *P. cretensis*.

Η *P. cretensis* είναι μία σχετικά μικρού μεγέθους σαύρα. Το μήκος κεφαλοκορμού (SVL) της δεν ξεπερνά τα 7cm, ενώ η ουρά της μπορεί να φτάσει στο διπλάσιο μήκος. Συνήθως απαντάται σε ξηρές, βραχώδεις περιοχές με φρυγανική βλάστηση, ή ακόμη και σε αμμώδεις οικοτόπους. Διαθέτει μέτριες αναρριχητικές ικανότητες (Arnold, 2002). Τρέφεται με αρθρόποδα και κυρίως με κολεόπτερα, αν και υπάρχει εποχιακή

μεταβλητότητα στη σύνθεση της τροφής της. Η *P. cretensis* ζει τουλάχιστον πέντε χρόνια και ωριμάζει αναπαραγωγικά κατά το δεύτερο χρόνο μετά τη γέννησή της (Βαλάκος, 1990). Η περίοδος του ζευγαρώματος διαρκεί περίπου από το Φεβρουάριο ως το Μάιο και τα θηλυκά γεννούν συνήθως δύο φορές το χρόνο. Μπορεί να παραμείνει δραστήρια καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Παρουσιάζει δικόρυφη ημερήσια δραστηριότητα με μέγιστα το πρωί (9:00-12:00) και το απόγευμα (16:00–18:00) Το καλοκαίρι συνήθως αναζητά καταφύγιο κατά τις ζεστές ώρες του μεσημεριού και επανεμφανίζεται το απόγευμα. Επιλέγει κυρίως περιοχές με ανοιχτή βλάστηση καλυμμένες σε μεγάλο ποσοστό από πέτρες και βράχια (Valakos *et al.*, 2008).

1.3 ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της ερευνητικής δραστηριότητας του Εργαστηρίου Σπονδυλωτών του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης. Κεντρικός στόχος της ήταν η συλλογή στοιχείων που αφορούν στην οικολογία της σαύρας *Podarcis cretensis*. Για το λόγο αυτό μελετήθηκαν 5 πληθυσμοί του είδους κατά τη διάρκεια δύο εποχών: της άνοιξης και του καλοκαιριού του 2007. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην προσέγγιση της θερμικής οικολογίας του είδους, και συγκεκριμένα στη συλλογή θερμοκρασιακών δεδομένων και την εκτίμηση των θερμορυθμιστικών προτύπων που ακολουθούν οι πληθυσμοί, καθώς και της επίδρασης παραγόντων όπως η εποχή, το ενδιαίτημα και το υψόμετρο σε αυτά. Παράλληλα έγιναν προσπάθειες εκτίμησης της πυκνότητας των 5 πληθυσμών, της έντασης θήρευσης που υφίστανται, καθώς και του ποσοστού προσβολής τους από εξωπαράσιτα.

Παρά το γεγονός ότι στο παρελθόν αντίστοιχοι πληθυσμοί με αυτούς που μελετώνται στην παρούσα εργασία (θεωρούμενοι ως υποείδη της *Podarcis erhardii*) έχουν απασχολήσει αρκετούς συγγραφείς, η διαθέσιμη βιβλιογραφία σχετικά με την οικολογία του είδους, και ιδιαίτερα τη θερμική, είναι περιορισμένη και αποσπασματική. Απώτερος, λοιπόν, σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να εμπλουτίσει τη γνώση για το είδος αυτό και τις συνήθειές του, αλλά και να αποτελέσει τη βάση για εκτενέστερη έρευνα στο μέλλον.

2. ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Ο σχεδιασμός της παρούσας εργασίας έγινε με στόχο τη συλλογή στοιχείων που αφορούν στην οικολογία της σαύρας *Podarcis cretensis*. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην προσέγγιση της θερμικής οικολογίας του είδους. Παράλληλα έγινε εκτίμηση της πυκνότητας των μελετώμενων πληθυσμών, της έντασης θήρευσης που υφίστανται, καθώς και του ποσοστού προσβολής τους από εξωπαράσιτα. Για το λόγο αυτό μελετήθηκαν πέντε πληθυσμοί του είδους κατά τη διάρκεια δύο εποχών: της άνοιξης και του καλοκαιριού του 2007.

Ο αρχικός σχεδιασμός του προγράμματος των δειγματοληψιών προέβλεπε μία δοκιμαστική δειγματοληψία σε κάποια από τις 5 περιοχές μελέτης, προκειμένου να ελεγχθούν ο εξοπλισμός και οι τεχνικές και, εν συνεχεία, δύο σειρές δειγματοληψιών σε κάθε μια από τις περιοχές αυτές. Η πρώτη σειρά είχε προγραμματιστεί να διαρκέσει από τα μέσα του Απρίλη έως τα τέλη του Μάη, ενώ η δεύτερη από τις αρχές του Ιούλη έως τα μέσα του Αυγούστου. Ωστόσο, στον τελικό καθορισμό του προγράμματος έπαιξαν σημαντικό ρόλο οι καιρικές συνθήκες, καθώς απαραίτητη προϋπόθεση για την πραγματοποίηση μιας δειγματοληψίας ήταν τόσο η ύπαρξη ηλιοφάνειας - τουλάχιστον κατά το μεγαλύτερο διάστημα της ημέρας-, η οποία απαιτείται προκειμένου τα ζώα να είναι πλήρως δραστήρια, όσο και η απουσία δυνατού αέρα, που ενοχλεί τις σαύρες και κάνει τη σύλληψή τους πολύ δύσκολη. Έτσι το τελικό πρόγραμμα των δειγματοληψιών παρέκλινε λίγο από τον αρχικό σχεδιασμό (βλ. Παράγραφο 2.3.1).

Η επιλογή των πέντε πληθυσμών που μελετήθηκαν έγινε με βάση τα εξής κριτήρια: αφενός την πληθυσμιακή τους πυκνότητα, καθώς για τη διεκπεραίωση των περισσοτέρων πειραμάτων ήταν απαραίτητη η σύλληψη σχετικά μεγάλου αριθμού σαυρών από κάθε πληθυσμό (30-40 σε κάθε δειγματοληψία) και αφετέρου τη διαφοροποίηση των βιοτόπων τους ως προς το υψόμετρο, το ενδιαίτημα και το γεωγραφικό πλάτος (Βόρεια - Νότια Κρήτη), προκειμένου να εξεταστεί η επίδραση των παραγόντων αυτών στα οικολογικά χαρακτηριστικά που προσεγγίστηκαν. Με γνώμονα τα παραπάνω κριτήρια, επιλέχθηκαν οι 5 περιοχές μελέτης που περιγράφονται στην Παράγραφο 2.2 που ακολουθεί.

2.2 Οι Περιοχες Μελετης

Οι 5 περιοχές μελέτης στις οποίες έλαβαν χώρα οι δειγματοληψίες της παρούσας εργασίας βρίσκονται στη Δυτική Κρήτη και συγκεκριμένα στο νομό Χανίων (Εικόνα 2.1). Τα κυριότερα γεωγραφικά χαρακτηριστικά τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1:

Εικονα 2.1: Χάρτης της Δυτικής Κρήτης που απεικονίζει τις 5 περιοχές μελέτης, καθώς και τις ισοϋψείς των 500 και 1000 (πράσινη και κόκκινη γραμμή αντίστοιχα).

Πινακας 2.1: Κυριότερα γεωγραφικά χαρακτηριστικά των 5 περιοχών μελέτης.

Περιοχη Μελετης	Γεωγραφικα Χαρακτηριστικα			
	Υψομετρο (m)	Θεση στο Νομο Χανιων	Γεωγραφικο Μηκος (Ε)	Γεωγραφικο Πλατος (Ν)
Μπάλος	0	Β.Δ.	23° 35′	35° 34′
Ελαφονήσι	0	Ν.Δ.	23° 32′	35° 16′
Λισσός	0-50	Ν.	23° 48′	35° 14′
Θέρισσο	360	Β.	23° 59′	35° 26′
Ανώπολη	925	Ν.	24° 07′	35° 14′

Κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών έγινε εκτίμηση των % ποσοστών κάλυψης του εδάφους των 5 περιοχών μελέτης από βλάστηση και πέτρες/βράχια, καθώς και καταγραφή της κυρίαρχης βλάστησης. Τα ποσοστά κάλυψης παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 2.2, ενώ η κυρίαρχη βλάστηση παρουσιάζεται στις Παραγράφους 2.2.1-2.2.5, όπου γίνεται λεπτομερέστερη περιγραφή των περιοχών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2: % Ποσοστό κάλυψης του εδάφους των 5 περιοχών μελέτης, από βλάστηση και πέτρες/βράχια.

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ (%)				
	ΠΕΤΡΕΣ-ΒΡΑΧΙΑ	ΦΡΥΓΑΝΑ	ΜΑΚΙ	ΔΕΝΤΡΑ	ΑΚΑΛΥΠΤΟ
Μπάλος	10	15	5	0	70
Ελαφονήσι	10	30	5	5	50
Λισσός	20	30	20	20	30
Θέρισσο	20	60	5	5	10
Ανώπολη	35	10	5	5	50

2.2.1 ΜΠΑΛΟΣ

Η παραλία του Μπάλου (Εικόνα 2.2) βρίσκεται στο βόρειο άκρο του ακρωτηρίου της Γραμβούσας, στο Β.Δ. τμήμα του νομού Χανίων (23°35'Ε, 35°34'Ν). Διοικητικά υπάγεται στην επαρχία Κισσάμου. Οι δειγματοληψίες περιορίστηκαν σε μία, μηδενικού υψομέτρου και παράλληλη με την ακτή λωρίδα.

ΕΙΚΟΝΑ 2.2: Τμήμα της παραλίας του Μπάλου.

Πρόκειται για μία αμμώδη έκταση που περιβάλλει την ομώνυμη λιμνοθάλασσα. Χαρακτηριστικό της περιοχής είναι το χαμηλό ποσοστό κάλυψης (περίπου 70% ακάλυπτο έδαφος). Το υπόλοιπο 30% καλύπτεται από πέτρες (10%), φρύγανα (15%), ενώ μόλις το 5% του εδάφους καλύπτεται από μακί. Η βλάστηση της περιοχής στην οποία περιορίστηκαν οι δειγματοληψίες απαρτίζεται κυρίως από τα είδη *Coridothymus capitatus, Erica manipuliflora*, *Genista acanthoclada*, *Ammophila arenaria* και *Pistacia lentiscus*. Όσον αφορά στην ερπετοπανίδα, εκτός από το μελετώμενο είδος απαντώνται οι σαύρες *Lacerta trilineata* και *Chalcides ocellatus*, καθώς και τα φίδια *Hierophis gemonensis*, *Telescopus fallax* και *Zamenis situla*. Η παρουσία αιγοπροβάτων στην περιοχή ήταν σπάνια.

2.2.2 ΕΛΑΦΟΝΗΣΙ

Το Ελαφονήσι βρίσκεται στο Ν.Δ. άκρο του νομού Χανίων (23°32'Ε, 35°16'Ν) και υπάγεται διοικητικά στην επαρχία Κισσάμου. Πρόκειται για μία αμμώδη νησίδα μήκους 1400m και πλάτους 300m περίπου, η οποία αναλόγως με τις συνθήκες κάθε χρονιά επικοινωνεί ή όχι με την στεριά με μία στενή λωρίδα άμμου. Οι δειγματοληψίες περιορίστηκαν στην παράκτια περιοχή απέναντι από τη νησίδα (Εικόνα 2.3).

ΕΙΚΟΝΑ 2.3: Τμήμα της περιοχής μελέτης απέναντι από το Ελαφονήσι.

Το έδαφος στην περιοχή είναι κυρίως αμμώδες, ενώ η φυτοκάλυψη δεν ξεπερνά το 40% και αποτελείται κυρίως από φρύγανα (30%) και λιγότερο από μακί (5%) και δέντρα (5%). Το ακάλυπτο τμήμα του εδάφους αγγίζει το 50%, ενώ το υπόλοιπο 10% καλύπτεται από πέτρες και βράχια. Η κυρίαρχη βλάστηση της περιοχής απαρτίζεται από τα είδη *Coridothymus capitatus, Genista acanthoclada, Erica manipulaflora* και *Pistacia lentiscus*. Όσον αφορά στην ερπετοπανίδα, εκτός από το μελετώμενο είδος απαντώνται οι σαύρες *Lacerta trilineata* και *Chalcides ocellatus*, καθώς και τα φίδια *Hierophis gemonensis*, *Telescopus fallax* και *Zamenis situla*. Επίσης, η παρουσία αιγοπροβάτων είναι αισθητή στην περιοχή.

2.2.3 ΛΙΣΣΟΣ

Το φαράγγι της Λισσού (Εικόνα 2.4) βρίσκεται στα νότια του νομού Χανίων και ανήκει διοικητικά στην επαρχία Σελίνου. Η έξοδός του προς τη θάλασσα βρίσκεται στο δυτικό άκρο της παραλίας της Σούγιας (23°48'E, 35°14'N). Οι δειγματοληψίες έλαβαν χώρα στο κατώτερο τμήμα του φαραγγιού, όπου το υψόμετρο μεταβάλλεται από 0 έως 50m.

ΕΙΚΟΝΑ 2.4: Άποψη του φαραγγιού της Λισσού.

Το φαράγγι της Λισσού χαρακτηρίζεται από υψηλό ποσοστό φυτοκάλυψης (70%), η οποία απαρτίζεται από φρύγανα (30%), μακί (20%) και σε δεύτερο επίπεδο, δέντρα (20%). Το έδαφος αποτελείται από χώμα και σε λίγα σημεία στρωμνή. Το υψηλό ποσοστό κάλυψης από μακί και δέντρα, σε συνδυασμό με τη γενικότερη μορφολογία της περιοχής (απόκρημνα πλευρικά βράχια σε αρκετά μεγάλο τμήμα του φαραγγιού), δημιουργούν ένα σύνθετο βιότοπο με έντονες εναλλαγές σκιερών και ηλιόλουστων μικροενδιαιτημάτων και πλήθος καταφυγίων για το μελετώμενο είδος. Η κυρίαρχη βλάστηση της περιοχής απαρτίζεται από τα είδη *Coridothymus capitatus, Ballota acetabulosa, Phlomis fruticosa*, *Satureja thymbra*, *Calicotome villosa*, *Pistacia lentiscus*, *Pinus halepensis* και *Ceratonia siliqua*. Όσον αφορά στην ερπετοπανίδα, εκτός από το μελετώμενο είδος απαντώνται οι σαύρες *Lacerta*

trilineata και *Chalcides ocellatus*, καθώς και τα φίδια *Hierophis gemonensis*, *Telescopus fallax* και *Zamenis situla*. Επίσης, η παρουσία αιγοπροβάτων είναι αισθητή στην περιοχή.

2.2.4 ΘΕΡΙΣΣΟ

Το φαράγγι του Θερίσου βρίσκεται στα βόρεια του νομού Χανίων (επαρχία Κυδωνίας). Η περιοχή μελέτης (23°59'E, 35°26'N) (Εικόνα 2.5) περιορίστηκε σε μία τοποθεσία δίπλα στον ασφαλτόδρομο που διασχίζει το φαράγγι και περίπου 4km βόρεια του οικισμού, σε υψόμετρο 360m.

ΕΙΚΟΝΑ 2.5: Η περιοχή μελέτης μέσα στο φαράγγι του Θερίσσου.

Πρόκειται για ένα ανοιχτό τμήμα του φαραγγιού, χωρίς απότομα πλευρικά βράχια και με χαρακτηριστικά υψηλό ποσοστό εδαφικής κάλυψης (συνολικά 90%), κυρίως από φρυγανική βλάστηση (60%), αλλά και πέτρες (20%). Η κάλυψη από μακί και δέντρα δεν υπερβαίνει το 10%. Το έδαφος είναι κυρίως χώμα. Η βλάστηση της περιοχής στην οποία περιορίστηκαν οι δειγματοληψίες απαρτίζεται κυρίως από τα είδη *Calicotome villosa*, *Sarcopoterium spinosum*, *Coridothymus capitatus, Phlomis fruticosa*, *Ballota pseudodictamnus*, *Genista acanthoclada* και *Satureja thymbra*. Όσον αφορά στην ερπετοπανίδα, εκτός από το μελετώμενο είδος απαντώνται οι σαύρες *Lacerta trilineata* και *Chalcides ocellatus*, καθώς και τα φίδια *Hierophis gemonensis*, *Telescopus fallax* και *Zamenis situla*. Επίσης, χαρακτηριστικά είναι τα σημάδια της έντονης βόσκησης στην περιοχή, καθώς η παρουσία αιγοπροβάτων είναι συνεχής.

2.2.5 ΑΝΩΠΟΛΗ

Ο οικισμός της Ανώπολης βρίσκεται στα νότια του νομού Χανίων και υπάγεται διοικητικά στην επαρχία Σφακίων. Η περιοχή μελέτης (Εικόνα 2.6) βρίσκεται βόρεια της Ανώπολης, στην τοποθεσία Μουρί (24°07'E, 35°14'N) και σε υψόμετρο 925m στα Λευκά Όρη. Πρόκειται για έναν εγκαταλελειμμένο οικισμό, όπου ακόμα διακρίνονται τα ερείπια πέτρινων σπιτιών.

ΕΙΚΟΝΑ 2.6: Τμήμα της περιοχής μελέτης στο Μουρί της Ανώπολης.

Πρόκειται για ένα ανοιχτό τοπίο με χαμηλό ποσοστό εδαφικής κάλυψης από βλάστηση (20%), κυρίως φρυγανική (10%), ενώ σημαντικό τμήμα του εδάφους καλύπτεται από πέτρες και βράχια (35%). Το έδαφος είναι κυρίως χώμα και βράχια. Η βλάστηση της περιοχής στην οποία περιορίστηκαν οι δειγματοληψίες απαρτίζεται κυρίως από τα είδη *Sarcopoterium spinosum*, *Euphorbia acanthothamnos*, *Coridothymus capitatus, Verbascum spinosum*, *Acer sempervirens* και *Ononis spinosa*. Όσον αφορά στην ερπετοπανίδα, εκτός από το μελετώμενο είδος απαντώνται οι σαύρες *Lacerta trilineata* και *Chalcides ocellatus*, καθώς και τα φίδια *Hierophis gemonensis*, *Telescopus fallax* και *Zamenis situla*. Επίσης, χαρακτηριστικά είναι τα σημάδια της έντονης βόσκησης στην περιοχή, καθώς η παρουσία αιγοπροβάτων είναι συνεχής.

2.3 ΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ

2.3.1 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ-ΔΙΑΡΚΕΙΑ

Οι δειγματοληψίες διήρκεσαν περίπου τέσσερις μήνες, από τα μέσα Απριλίου έως τα μέσα Αυγούστου του 2007. Αρχικά πραγματοποιήθηκε μία δοκιμαστική δειγματοληψία στο φαράγγι της Λισσού, προκειμένου να ελεγχθούν ο εξοπλισμός και οι τεχνικές των πειραμάτων της θερμικής οικολογίας. Ακολούθησαν δύο σειρές δειγματοληψιών σε κάθε μια από τις πέντε υπό μελέτη περιοχές. Η πρώτη σειρά (άνοιξη) διήρκεσε από τις 2/5/2007 έως τις 8/6/2007, ενώ η δεύτερη (καλοκαίρι) από τις 15/7/2007 έως τις 12/8/2007. Κάθε δειγματοληψία είχε διάρκεια 2-6 ημέρες. Όπως αναφέρθηκε στην Παράγραφο 2.1, αρχική επιδίωξη ήταν η ολοκλήρωση της πρώτης σειράς δειγματοληψιών πριν το ημερολογιακό πέρας της άνοιξης. Κάτι τέτοιο δεν έγινε εφικτό, καθώς σε αρκετές περιπτώσεις οι προγραμματισμένες δειγματοληψίες αναβλήθηκαν λόγω ακατάλληλων -κυρίως για τα πειράματα της θερμικής οικολογίας- καιρικών συνθηκών. Έτσι, η πρώτη δειγματοληψία στο φαράγγι του Θερίσσου πραγματοποιήθηκε στις αρχές του Ιούνη. Εντούτοις, συμπεριλαμβάνεται στη σειρά των εαρινών δειγματοληψιών, καθώς οι καιρικές συνθήκες των ημερών ήταν πλησιέστερες σε αυτές του Μαΐου, παρά στις θερινές (Ιουλίου-Αυγούστου). Στον παρακάτω Πίνακα 2.3 παρουσιάζεται αναλυτικά το ημερολόγιο των δειγματοληψιών στις πέντε περιοχές μελέτης:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3: Ημερολόγιο των δειγματοληψιών στις πέντε περιοχές μελέτης

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ	
	ΆΝΟΙΞΗ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Μπάλος	13-15/5/2007	24-29/7/2007
Ελαφονήσι	2-3/5/2007	21-23/7/2007
Λισσός	14-16/4/2007& 29-30/5/2007	7-8/8/2007
Θέρισσο	7-8/6/2007	15-18/7/2007
Ανώπολη	26-27/5/2007	10-12/8/2007

2.3.2 Η ΣΥΛΛΗΨΗ ΤΩΝ ΣΑΥΡΩΝ

Η σύλληψη των σαυρών γινόταν με εντοπισμό και «ψάρεμα» του ζώου. Χρησιμοποιήθηκαν πλαστικά καλάμια με προσαρτημένη πετονιά μήκους 20-30cm, στην άκρη της οποίας δένονταν μία ζωντανή προνύμφη κολεοπτέρου της οικογένειας Tenebrionidae (*Tenebrio molitor*) ως δόλωμα. Μετά τον οπτικό εντοπισμό της σαύρας, συνήθως στα όρια θάμνων ή βράχων, γινόταν προσεκτική προσέγγιση του ζώου, ώστε να μην ενοχληθεί από την ανθρώπινη παρουσία, αλλά να αντιληφθεί την παρουσία του δολώματος. Η σαύρα προσελκύονταν από την προνύμφη και εγκατέλειπε το καταφύγιό της προκειμένου να της επιτεθεί. Όταν τελικά δάγκωνε την προνύμφη συλλαμβάνονταν, καθώς δεν χαλάρωνε το δάγκωμά της ακόμα και όταν με τη βοήθεια του καλαμιού ανυψωνόταν στον αέρα και τοποθετούταν σε μεγάλο πλαστικό δοχείο απ' όπου δεν μπορούσε να δραπετεύσει. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν και η διαδικασία σύλληψης των σαυρών παρουσιάζονται στην Εικόνα 2.7.

ΕΙΚΟΝΑ 2.7: Τα υλικά και η διαδικασία σύλληψης των σαυρών

Η διαδικασία αυτή λάμβανε χώρα καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, με αυξημένη προσπάθεια κατά τις πρωινές και απογευματινές ώρες, καθώς το πρωί και το απόγευμα η σαύρα του είδους *P. cretensis* εμφανίζει μέγιστα δραστηριότητας (βλ. Παράγραφο 1.2.3). Συγκεκριμένα, κατά την εαρινή περίοδο η δειγματοληψία ξεκινούσε στις 8:00 και έληγε στις 20:00, ενώ κατά τη θερινή περίοδο ξεκινούσε στις 7:00 και έληγε στις 20:30.

2.3.3 ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ-ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

2.3.3.1 1^{Η} ΣΕΙΡΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ (ΆΝΟΙΞΗ)

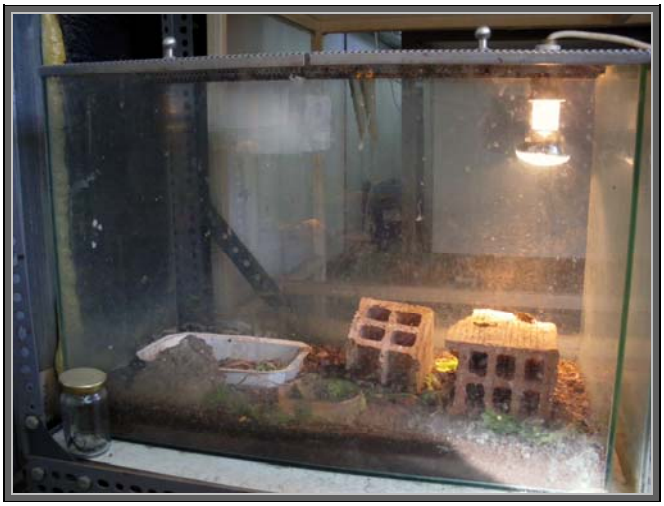
Αμέσως μετά τη σύλληψη των σαυρών γινόταν καταγραφή της ακριβούς ώρας σύλληψης και μέτρηση της θερμοκρασίας του σώματος τους (βλ. Παράγραφο 2.7.1.1). Στη συνέχεια καταγράφονταν το φύλο του ζώου, εφόσον ήταν δυνατό να προσδιοριστεί, και η ηλικιακή του κλάση (ενήλικο/ανήλικο). Κατόπιν, η σαύρα τοποθετούταν σε κάλτσα μαζί με μία ετικέτα από ριζόχαρτο, στην οποία αναγραφόταν ο κωδικός της αριθμός. Η κάλτσα δένονταν στο επάνω μέρος της ώστε το ζώο να μην μπορεί να δραπετεύσει.

Όλες οι συλληφθείσες σαύρες της 1^{ης} σειράς δειγματοληψιών μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Σπονδυλωτών του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης. Εκεί, εξετάστηκαν με τη βοήθεια στερεοσκοπίου, για την παρουσία εξωπαρασίτων, τα οποία απομακρύνθηκαν από τα ζώα με χρήση λαβίδας και αφού μετρήθηκαν, τοποθετήθηκαν σε δοχεία Eppendorf, όπου μονιμοποιήθηκαν με οινόπνευμα (βλ. Παράγραφο 2.5). Στη συνέχεια καταγράφηκε το ποσοστό των κομμένων ή αναγεννημένων ουρών (βλ. Παράγραφο 2.6.1).

Στα πλαίσια της ευρύτερης ερευνητικής δραστηριότητας του Εργαστηρίου Σπονδυλωτών του Μ.Φ.Ι.Κ. πραγματοποιήθηκαν και ορισμένες ακόμα εργασίες που δεν αφορούν άμεσα την παρούσα μελέτη: σε όλα τα ζώα έγινε καταγραφή μορφομετρικών χαρακτηριστικών και λήψη φωτογραφιών. Επίσης, από τα περισσότερα ζώα συλλέχθηκαν δείγματα DNA για φυλογενετικές αναλύσεις και αντικειμενοφόροι με επίχρισμα αίματος για μελλοντικό εντοπισμό αιμοπαρασίτων. Τα δείγματα αυτά συλλέγονταν με αφαίρεση μικρού τμήματος της ουράς του ζώου, το οποίο μονιμοποιούταν με οινόπνευμα σε δοχείο Eppendorf, ενώ αμέσως μετά από το σημείο της τομής

συλλέγονταν σταγονίδια αίματος, τα οποία αλείφονταν σε αντικειμενοφόρο πλάκα (*smear*).

Κατόπιν, επιλέχθηκαν 8 υγιή και εύρωστα ζώα (4 αρσενικά και 4 θηλυκά) από κάθε πληθυσμό, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών (T_{set}) κάθε πληθυσμού (βλ. Παράγραφο 2.7.1.3). Κατά τη διάρκεια της παραμονής τους στο εργαστήριο, οι σαύρες στεγάστηκαν σε ειδικά διαμορφωμένα γυάλινα terraria, διαστάσεων 60×26×40cm (Εικόνα 2.8). Σε κάθε ένα τοποθετούταν ένα ζεύγος σαυρών (αρσενικό-θηλυκό). Το δάπεδο σε κάθε terrarium ήταν καλυμμένο με χώμα, ενώ υπήρχαν τούβλα και πέτρες που χρησίμευσαν σαν καταφύγια για τα ζώα, καθώς και πλαστικά δοχεία με νερό. Στο πάνω μέρος του terrarium υπήρχε διάτρητο μεταλλικό κάλυμμα, στο οποίο είχε προσαρμοστεί ντουί με λαμπτήρα πυρακτώσεως ισχύος 40Watt. Ο λαμπτήρας ήταν συνδεδεμένος με χρονοδιακόπτη, ώστε να παραμένει αναμμένος από τις 9:00 μέχρι τις 18:00, προκειμένου να δίνεται η δυνατότητα στις σαύρες να θερμορυθμίζουν. Τα ζώα ταΐζονταν κάθε δύο μέρες με τροφή για γάτες, ενώ συχνά η δίαιτά τους εμπλουτίζονταν με προνύμφες κολεοπτέρων της οικογένειας Tenebrionidae, καθώς και με ειδικά για ερπετά πολύβιταμινούχα συμπληρώματα (Reptivite).



ΕΙΚΟΝΑ 2.8: Τα terraria στα οποία στεγάστηκαν οι σαύρες.

Από τις σαύρες που επιλέχθηκαν για το πείραμα προσδιορισμού του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών, δεν ελήφθησαν δείγματα αίματος και DNA, προκειμένου να αποφευχθεί η περεταίρω ταλαιπωρία τους. Πριν την εκτέλεση του πειράματος, τα ζώα αφέθηκαν για ένα διάστημα ($1\frac{1}{2}$ - $3\frac{1}{2}$ μήνες), ώστε να προσαρμοστούν σε συνθήκες αιχμαλωσίας. Ζώα τα οποία πέθαναν πριν τη διεξαγωγή του πειράματος, αντικαταστάθηκαν με νέα, από τη $2^{η}$ σειρά δειγματοληψιών.

Εξαιρουμένων των ζώων που επιλέχθηκαν για το πείραμα προσδιορισμού του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών, η παραμονή των σαυρών στο εργαστήριο διαρκούσε 3-5 ημέρες. Μετά την ολοκλήρωση των απαραίτητων εργασιών και μετρήσεων, τα ζώα απελευθερώνονταν στις περιοχές από τις οποίες είχαν συλληφθεί. Σαύρες οι οποίες πέθαναν, είτε κατά τη μεταφορά τους στο εργαστήριο, είτε κατά την παραμονή τους εκεί, μονιμοποιήθηκαν για τις συλλογές του Μ.Φ.Ι.Κ..

2.3.3.2 $2^{Η}$ ΣΕΙΡΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ (ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ)

Κατά την $2^{η}$ σειρά δειγματοληψιών (καλοκαίρι), από τα συλληφθέντα ζώα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο μόνο όσα απαιτούνταν από κάθε πληθυσμό προκειμένου να αντικατασταθούν κάποια από τα ζώα της $1^{ης}$ σειράς δειγματοληψιών που προορίζονταν για το πείραμα του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών και είχαν πεθάνει στο διάστημα που μεσολάβησε. Επομένως ορισμένες από τις μετρήσεις που είχαν γίνει στο εργαστήριο κατά την εαρινή σειρά δειγματοληψιών, έπρεπε να πραγματοποιηθούν στο πεδίο το καλοκαίρι.

Συγκεκριμένα, μετά τη σύλληψη των σαυρών ακολουθούσε καταγραφή της θερμοκρασίας σώματος, της ώρας σύλληψης, του φύλου και της ηλικιακής κλάσης τους, με την ίδια μέθοδο που ακολουθήθηκε και κατά την $1^{η}$ σειρά δειγματοληψιών. Στη συνέχεια τα ζώα εξετάζονταν για την παρουσία εξωπαρασίτων με γυμνό μάτι, χωρίς να ακολουθεί απομάκρυνσή τους. Καταγραφή του ποσοστού κομμένων ή αναγεννημένων ουρών δεν πραγματοποιήθηκε. Ο χειρισμός των ζώων μετά τη σύλληψή τους διαρκούσε λίγα λεπτά, ώστε αυτά να παρενοχλούνται το λιγότερο δυνατόν. Κατόπιν απελευθερώνονταν στο σημείο όπου είχαν συλληφθεί.

2.4 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

Για την εκτίμηση της πυκνότητας των πέντε πληθυσμών της *P. cretensis* που μελετήθηκαν, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των τυχαίων διαδρομών (*line transects*) (Βαλάκος, 1990; Díaz, 1997). Σε κάθε δειγματοληψία επιλέγονταν 3-10 τυχαίες ευθείες διαδρομές των 100m (200 βήματα περίπου), εντός της περιοχής μελέτης. Ακολουθώντας την προκαθορισμένη διαδρομή, ο παρατηρητής περπατούσε με αργό ρυθμό και σημείωνε όσα ενήλικα ζώα έβλεπε σε απόσταση 2m εκατέρωθεν της ευθείας. Επίσης καταγραφόταν η ώρα κατά την οποία λάμβανε χώρα η κάθε διαδρομή. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι διαδρομές πραγματοποιούνταν κατά τις ώρες μέγιστης δραστηριότητας της *P. cretensis*, δηλαδή κυρίως το πρωί και λιγότερο το απόγευμα.

Στον παρακάτω Πίνακα 2.4 παρουσιάζεται ο αριθμός των τυχαίων διαδρομών που πραγματοποιήθηκαν σε κάθε περιοχή μελέτης κατά τη διάρκεια των δύο σειρών δειγματοληψίας:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4: Αριθμός των τυχαίων διαδρομών που πραγματοποιήθηκαν σε κάθε περιοχή μελέτης κατά τη διάρκεια των δύο σειρών δειγματοληψίας.

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ	
	ΆΝΟΙΞΗ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ
Μπάλος	8	7
Ελαφονήσι	5	5
Λισσός	4	10
Θέρισσο	4	4
Ανώπολη	3	8

Για κάθε πληθυσμό και εποχή, υπολογίστηκε ο μέσος αριθμός των σαυρών που μετρήθηκαν στις διαδρομές ($N_{ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ}$). Με βάση τον αριθμό αυτό υπολογίστηκε ο μέσος αριθμός σαυρών ανά 1000m^2 ($N_{1000m}{}^2$), με τη βοήθεια της Εξίσωσης 2.1 (Krebs, 1999):

$$N_{1000m}{}^2 = N_{ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ} \times 1000/(2 \times L \times a) \qquad (2.1)$$

όπου L: μήκος διαδρομής (=100m) και a: απόσταση παρατήρησης (=2m)

2.5 ΠΑΡΑΣΙΤΙΣΜΟΣ

Για τη διερεύνηση του ποσοστού προσβολής των 5 υπό μελέτη πληθυσμών από εξωπαράσιτα (ακάρεα) ακολουθήθηκαν δύο μεθοδολογίες:

Κατά τη διάρκεια των εαρινών δειγματοληψιών οι συλληφθείσες σαύρες μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Σπονδυλωτών του Μ.Φ.Ι.Κ., όπου μετρήθηκε ο αριθμός των εξωπαρασίτων κατ' άτομο, με χρήση στερεοσκοπίου. Όλα τα εξωπαράσιτα απομακρύνθηκαν από τα ζώα με τη βοήθεια λαβίδας και τοποθετήθηκαν σε –ξεχωριστά για κάθε σαύρα- δοχεία Eppendorf, όπου μονιμοποιήθηκαν με οινόπνευμα. Ζώα τα οποία πέθαναν είτε κατά τη μεταφορά τους στο εργαστήριο, είτε τις πρώτες μέρες της παραμονής τους σε αυτό, δεν εξετάστηκαν για εξωπαράσιτα.

Κατά τη διάρκεια των θερινών δειγματοληψιών, έγινε έλεγχος των συλληφθέντων ζώων με το μάτι στο πεδίο για πιθανή παρουσία εξωπαρασίτων, χωρίς να μετρηθεί η κατ' άτομο αφθονία.

Επομένως προέκυψαν δύο κατηγορίες αποτελεσμάτων: αποτελέσματα παρουσίας εξωπαρασίτων (+ για ≥1 και – για 0), για τις δύο εποχές δειγματοληψίας και αποτελέσματα κατ' άτομο αφθονίας, μόνο για τις εαρινές δειγματοληψίες.

2.6 ΘΗΡΕΥΣΗ

2.6.1 ΑΥΤΟΤΟΜΙΑ ΟΥΡΑΣ

Ως δείκτης για την εκτίμηση της έντασης θήρευσης που υφίστανται οι υπό μελέτη πληθυσμοί σαυρών χρησιμοποιήθηκε το ποσοστό των ζώων που φέρουν κομμένη ή αναγεννημένη ουρά (Pianka, 1967). Για το σκοπό αυτό εξετάστηκαν τα συλληφθέντα ζώα της 1ης σειράς δειγματοληψιών, δηλαδή 29-41 ζώα από κάθε περιοχή μελέτης, για κομμένες ουρές ή σημάδια παλαιότερης αυτοτομής.

2.6.2 ΠΕΙΡΑΜΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΘΗΡΕΥΣΗΣ

Μία ακόμη προσέγγιση της έντασης θήρευσης που υφίστανται οι πέντε μελετώμενοι πληθυσμοί της *P. cretensis* έγινε με τροποποίηση της μεθόδου των Castilla & Labra (1998), η οποία βασίζεται στη χρήση ομοιωμάτων του είδους, κατασκευασμένων από πλαστελίνη. Τα ομοιώματα τοποθετήθηκαν στο πεδίο για 24 ώρες, προκειμένου να παρατηρηθεί σε τι ποσοστό θα δέχονταν επίθεση από πιθανούς θηρευτές της σαύρας.

Για τη δημιουργία των ομοιωμάτων χρησιμοποιήθηκε μη τοξική πλαστελίνη χρώματος καφέ (κυρίαρχο χρώμα στη ραχιαία επιφάνεια της *P. cretensis*) και καλούπι σιλικόνης κατασκευασμένο από νεκρή σαύρα του είδους, στηριγμένο σε γύψινη βάση (Εικόνα 2.9).

ΕΙΚΟΝΑ 2.9: Το καλούπι που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των ομοιωμάτων.

Το πείραμα προσομοίωσης θήρευσης έλαβε χώρα στο τέλος της άνοιξης και έγινε παράλληλα με τις δειγματοληψίες που περιγράφονται στο παρόν κεφάλαιο, στοχεύοντας κυρίως να ελέγξει την πίεση από τα πουλιά-θηρευτές. Απαραίτητη προϋπόθεση για την πραγματοποίησή του ήταν οι ευνοϊκές καιρικές συνθήκες, δηλαδή αίθριος καιρός, χωρίς ισχυρούς ανέμους, συνθήκες στις οποίες κυνηγούν τα αρπακτικά. Στον παρακάτω Πίνακα 2.5 παρουσιάζονται οι ημερομηνίες κατά τις οποίες έλαβε χώρα το πείραμα για κάθε μια από τις 5 περιοχές μελέτης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5: Ημερομηνίες διεξαγωγής του πειράματος προσομοίωσης θήρευσης και αριθμός ομοιωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε περιοχή μελέτης.

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΘΗΡΕΥΣΗΣ	
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΜΟΙΩΜΑΤΩΝ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ
Μπάλος	50	13/5/2007
Ελαφονήσι	50	2/5/2007
Λισσός	50	29/5/2007
Θέρισσο	50	7/6/2007
Ανώπολη	50	27/5/2007

Σε κάθε μία από τις πέντε περιοχές μελέτης τοποθετήθηκαν 50 ομοιώματα πλαστελίνης, κατά μήκος μιας προκαθορισμένης διαδρομής και σε απόσταση 5 βημάτων μεταξύ τους. Τα ομοιώματα τοποθετούνταν είτε στο έδαφος, είτε πάνω σε φρύγανα, πέτρες ή βράχους, σε θέσεις σχετικά εμφανείς, ώστε να μοιάζουν με ακίνητες σαύρες που θερμορυθμίζουν (Εικόνα 2.10). Η τοποθέτησή τους ξεκινούσε λίγο πριν τη δύση του ήλιου, ενώ η συλλογή τους γινόταν 24 ώρες αργότερα. Κατά τη συλλογή των ομοιωμάτων, γινόταν καταγραφή των επιθέσεων, αλλά και τυχόν απωλειών.

ΕΙΚΟΝΑ 2.10: Ομοιώματα σαύρας από πλαστελίνη τοποθετημένα στο πεδίο.

2.7 ΘΕΡΜΙΚΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

2.7.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Για την εκτίμηση της στρατηγικής θερμορύθμισης των πέντε υπό μελέτη πληθυσμών της *P. cretensis*, ακολουθήθηκε η μέθοδος των Hertz *et al.* (1993), σύμφωνα με την οποία τρία είδη θερμοκρασιακών δεδομένων είναι απαραίτητα (βλ. Παράγραφο 1.1.3.2): Οι θερμοκρασίες σώματος (T_b) ενός αντιπροσωπευτικού αριθμού δραστήριων ζώων στο πεδίο, οι διαθέσιμες λειτουργικές θερμοκρασίες (T_e) και το επιλεγόμενο εύρος θερμοκρασιών (T_{set}) του κάθε πληθυσμού.

2.7.1.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΩΜΑΤΟΣ (T_b)

Κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών, αμέσως μετά τη σύλληψη των σαυρών, γινόταν μέτρηση της θερμοκρασίας σώματος τους (T_b), με υδραργυρικό θερμόμετρο αμάρας της εταιρείας Miller & Weber. Η λήψη των T_b έγινε με σεβασμό στους περιορισμούς που έθεσε ο Avery (1982) για την συλλογή θερμικών δεδομένων στο πεδίο. Συγκεκριμένα, έγινε προσπάθεια ώστε τα ζώα να μην κυνηγιούνται και να μην στρεσάρονται πριν τη σύλληψή τους. Επίσης, η λήψη της θερμοκρασίας γινόταν όσο το δυνατόν ταχύτερα (σε λιγότερο από 30sec), προκειμένου να μην μεταβληθεί η θερμοκρασία που είχε η σαύρα κατά τη σύλληψη της. Για τον ίδιο λόγο, κατά το χειρισμό των ζώων η επαφή του χεριού με το σώμα τους ήταν η ελάχιστη δυνατή. Συνολικά, ελήφθησαν 377 τιμές θερμοκρασίας σώματος από δραστήρια ζώα στο πεδίο (30-40 από κάθε πληθυσμό, σε κάθε δειγματοληψία).

2.7.1.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ (T_e)

Για την καταγραφή των λειτουργικών θερμοκρασιών ακολουθήθηκε τροποποιημένη η μέθοδος των Vitt & Sartorius (1999), δηλαδή χρησιμοποιήθηκαν ηλεκτρονικές συσκευές καταγραφής θερμοκρασίας τύπου HOBO® H8 της εταιρίας Onset Computer Corporation (ακρίβεια 0,9°C από την εταιρεία) (Εικόνα 2.11-A). Κάθε μια από τις 3 συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν διέθετε 4 εξωτερικούς αισθητήρες (θερμοστοιχεία καλυμμένα με πλαστικό) και είχε ρυθμιστεί ώστε λαμβάνει μετρήσεις θερμοκρασίας κάθε 15 λεπτά. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών λαμβανόταν σε αρχεία τύπου DTF και μετατρέπονταν σε αρχείο Microsoft Excel από το λογισμικό Box Car Pro της ίδιας εταιρίας.

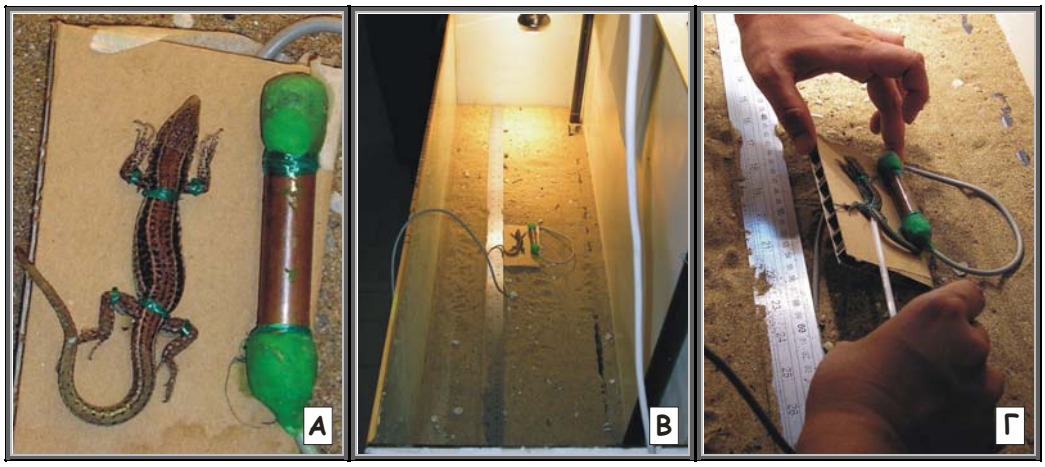
Ως «θερμόμετρα λειτουργικών θερμοκρασιών» χρησιμοποιήθηκαν χάλκινοι σωλήνες, μήκους 70mm με εξωτερική διάμετρο 12mm και πάχος 1mm. Στο κέντρο του εσωτερικού του σωλήνα τοποθετούνταν ο αισθητήρας του καταγραφικού θερμοκρασίας και κατόπιν οι άκρες του σωλήνα σφραγίζονταν με πλαστελίνη (Εικόνα 2.11-B).

ΕΙΚΟΝΑ 2.11: A) Η ηλεκτρονική συσκευή που χρησιμοποιήθηκε για την καταγραφή των λειτουργικών θερμοκρασιών. **B)** Τα «θερμόμετρα λειτουργικών θερμοκρασιών».

Τέτοιου είδους μοντέλα χρησιμοποιούνται ευρύτατα για το σκοπό αυτό (βλ. Παράγραφο 1.1.2.3). Είναι όμως γνωστό ότι εμφανίζουν ταχύτερους ρυθμούς θέρμανσης και ψύξης από τις ίδιες τις σαύρες (Bakken, 1992; Hertz, 1992; Bauwens *et al.*, 1996). Έτσι, προκειμένου να προσομοιάζουν περισσότερο στις θερμικές ιδιότητες των μελετώμενων ζώων, αυξήθηκε η θερμοχωρητικότητά τους με προσθήκη μικρής ποσότητας νερού (1-2ml) στο

εσωτερικό τους, πριν την τοποθέτησή τους στο πεδίο (Bakken, 1992; Grbac & Bauwens, 2001). Εντούτοις, δεν είναι δυνατό να επιτευχθεί απόλυτη σύγκλιση μεταξύ των θερμικών χαρακτηριστικών του μοντέλου και της σαύρας. Για το λόγο αυτό και προκειμένου να αποσαφηνιστεί η ακριβής θερμική σχέση μοντέλου-σαύρας, εφαρμόστηκε η ακόλουθη διαδικασία (τροποποίηση από Bauwens *et al.*, 1996):

Μία ζωντανή αρσενική σαύρα μεσαίων διαστάσεων (SVL: 56,4mm), δέθηκε πάνω σε βάση από σκληρό χαρτόνι, έτσι ώστε να μην μπορεί να κινείται. Στην ίδια βάση, δίπλα στη σαύρα στερεώθηκε ένα από τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν για την καταγραφή των λειτουργικών θερμοκρασιών, με 1,5 ml νερού στο εσωτερικό του και συνδεδεμένο με αισθητήρα του καταγραφικού θερμοκρασίας, όπως ακριβώς και κατά την τοποθέτησή του στο πεδίο (Εικόνα 2.12-Α). Η βάση με το μοντέλο και τη σαύρα τοποθετήθηκαν μέσα σε έναν από τους διαδρόμους θερμοκρασιακής κλίσης (βλ. Παράγραφο 2.7.1.3), όπου κάθε 5-15 λεπτά μετακινούταν σε διαφορετικής θερμοκρασίας θέσεις (συνολικά 8 διαφορετικές θέσεις) (Εικόνα 2.12-Β). Κάθε 5 λεπτά λαμβάνονταν η θερμοκρασία σώματος της σαύρας με το υδραργυρικό θερμόμετρο αμάρας που χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση των T_b στο πεδίο (Εικόνα 2.12-Γ), ενώ με την ίδια συχνότητα το καταγραφικό ρυθμίστηκε να μετράει τη θερμοκρασία στο εσωτερικό του μοντέλου.

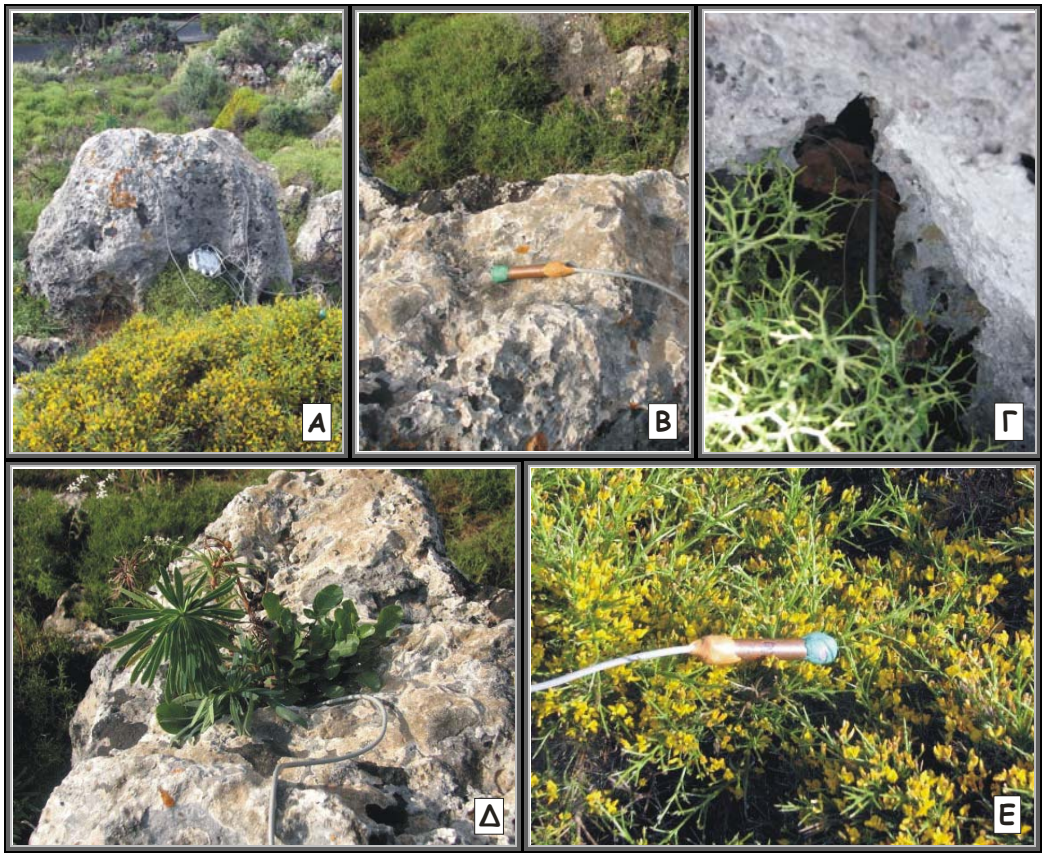


ΕΙΚΟΝΑ 2.12: **Α)** Η βάση με την ακινητοποιημένη σαύρα και το μοντέλο. **Β)** Η παραμονή μέσα στο διάδρομο θερμοκρασιακής κλίσης. **Γ)** Η διαδικασία της θερμομέτρησης.

Από τον συσχετισμό των δεδομένων κατασκευάστηκε ευθεία παλινδρόμησης της οποίας η εξίσωση περιγράφει την ακριβή σχέση της θερμικής προσομοίωσης. Η εξίσωση αυτή (βλ. Παράγραφο 3.5.1.3) χρησιμοποιήθηκε για τη διόρθωση των τιμών των λειτουργικών θερμοκρασιών που ελήφθησαν με τα μοντέλα στο πεδίο.

Η τοποθέτηση των μοντέλων στον πεδίο έγινε με στόχο την κάλυψη όσο το δυνατόν περισσότερων μικροκλιματικών συνθηκών. Ακολουθήθηκε η μέθοδος των Hertz *et al.* (1993) για την χαρτογράφηση της θερμικής μωσαϊκότητας του ενδιαιτήματος, σύμφωνα με την οποία είναι σκόπιμο να καλύπτονται τόσο τα μικροενδιαιτήματα που επιλέγουν οι σαύρες, όσο και αυτά που αποφεύγουν, προκειμένου στα αποτελέσματα να αποτυπωθούν και οι θερμορυθμιστικές συνέπειες της επιλογής μικροενδιαιτήματος. Οι θέσεις στις οποίες τοποθετούνταν τα «θερμόμετρα λειτουργικών θερμοκρασιών» χαρακτηρίζονταν με τρεις διαφορετικούς τρόπους όσον αφορά στο φωτισμό που δέχονταν: άμεση έκθεση στον ήλιο (*Full Light*, FL), ημίφως (*Semi-Light*, SL), συνήθως ανάμεσα σε φύλλωμα φυτού, όπου μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να διεισδύσει, και πυκνή σκιά (*Dark*, D), συνήθως κάτω από πέτρες ή βράχους, μέσα σε τρύπες ή κάτω από πυκνό φύλλωμα φυτών, όπου το φως δεν διεισδύει. Επίσης, σημειωνόταν ο τύπος του υποστρώματος πάνω στο οποίο τοποθετούταν (π.χ. άμμος, βράχος, χώμα, φρύγανο, κλαδί φυτού κ.τ.λ.), καθώς και η απόσταση από την επιφάνεια του εδάφους. Όλα τα μοντέλα τοποθετούνταν σε πλήρη επαφή με το υπόστρωμα, εκτός από αυτά που τοποθετούνταν πάνω σε φυτά. Στις Εικόνες 2.13 Α-Ε παρουσιάζεται ενδεικτικά μία συσκευή καταγραφής θερμοκρασίας (HOBO) τοποθετημένη στο πεδίο, με τους 4 ακροδέκτες της και τα προσαρτημένα μοντελάκια, κατανεμημένους σε θέσεις διαφορετικού φωτισμού και υποστρώματος.

Επειδή μέσα στον ημερήσιο κύκλο οι συνθήκες φωτισμού σε μια συγκεκριμένη θέση μπορεί να αλλάζουν και προκειμένου να εξασφαλιστεί η όσο το δυνατόν καλύτερη ταξινόμηση των τιμών των λειτουργικών θερμοκρασιών στις 3 κλάσεις (FL, SL, D) που αναφέρθηκαν παραπάνω, έγινε ανάλυση ομαδοποίησης (*Cluster Analysis*) των μετρήσεων ανά αισθητήρα.



ΕΙΚΟΝΑ 2.13: Α) Η συσκευή Hobo με τους 4 ακροδέκτες τοποθετημένη στο πεδίο. **Β)** Ακροδέκτης FL πάνω σε βράχο. **Γ)** Ακροδέκτης D. **Δ)** Ακροδέκτης SL. **Ε)** Ακροδέκτης FL πάνω σε φρύγανο.

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν 11 μοντέλα κατά τη διάρκεια της 1ης σειράς δειγματοληψιών (άνοιξη) και 10 κατά τη διάρκεια της 2ης (καλοκαίρι), καθώς αρχικά ένας και στη συνέχεια και δεύτερος από τους 12 αισθητήρες που ήταν διαθέσιμοι, καταστράφηκαν. Ο αριθμός των μοντέλων που χρησιμοποιήθηκε θεωρήθηκε οριακά ικανοποιητικός σε σύγκριση με αντίστοιχους βιβλιογραφικούς, αφού ορισμένοι ερευνητές χρησιμοποιούν λιγότερα από 15 (π.χ. Díaz & Cabezas-Díaz, 2004; Herczeg *et al.*, 2003; 2006; 2008), ενώ δεν είναι λίγοι και αυτοί που χρησιμοποιούν περισσότερα από 40 (π.χ. Hertz, 1992; Hertz *et al.*, 1993; Bauwens *et al.*, 1996; Scheers & Van Damme, 2002).

Οι ηλεκτρονικές συσκευές καταγραφής θερμοκρασίας με τα προσαρτημένα μοντέλα τοποθετούνταν στο πεδίο πριν την έναρξη κάθε δειγματοληψίας και απομακρύνονταν μετά το τέλος της. Έτσι οι λειτουργικές θερμοκρασίες μετρούνταν ταυτόχρονα με τις θερμοκρασίες σώματος, όπως

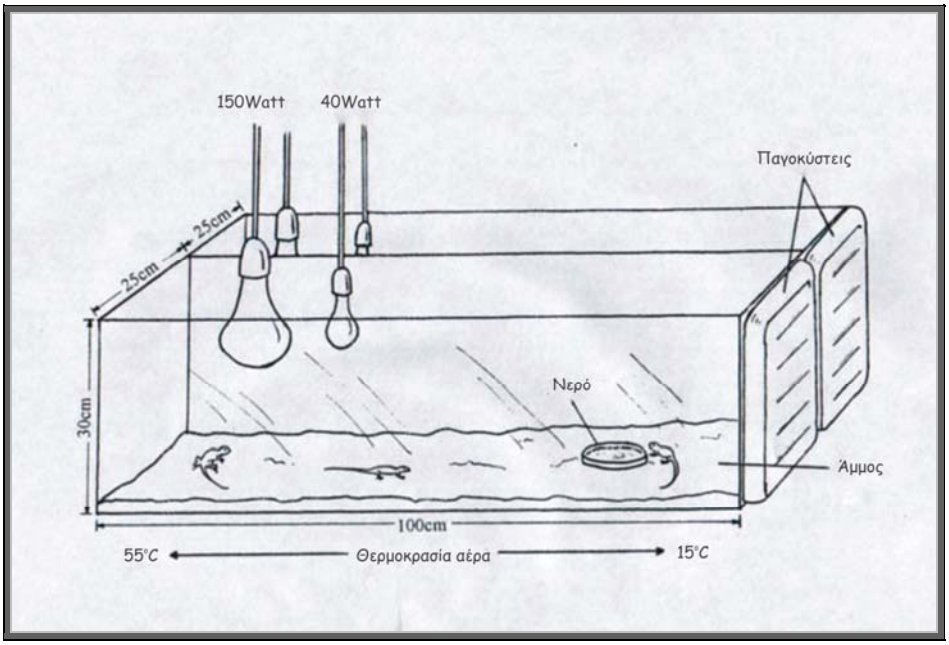
ορίζει η μέθοδος των Hertz *et al.* (1993) (βλ. Παράγραφο 1.1.3.2). Σε τακτά χρονικά διαστήματα πραγματοποιούνταν έλεγχος της κατάστασής τους, καθώς σε αρκετές περιπτώσεις δεχόντουσαν επιθέσεις από τρωκτικά ή άλλα ζώα. Οι συσκευές παρέμεναν ενεργές καθ' όλη τη διάρκεια της δειγματοληψίας σε κάθε μια από τις περιοχές μελέτης, καταγράφοντας τις μετρήσεις θερμοκρασίας που λάμβαναν κάθε 15 λεπτά. Η συχνότητα αυτή θεωρήθηκε επαρκής κατόπιν βιβλιογραφικής έρευνας, στην οποία διαπιστώθηκε ότι αρκετοί ερευνητές λαμβάνουν μετρήσεις λειτουργικών θερμοκρασιών κάθε 45-60 λεπτά (π.χ. Hertz *et al.*, 1993; Bauwens *et al.*, 1996; Christian & Weavers, 1996; Díaz & Cabezas-Díaz, 2004; Hitchcock & McBrayer, 2006), ορισμένοι κάθε 30 λεπτά (π.χ. Grbac & Bauwens, 2001; Scheers & Van Damme, 2002) ενώ άλλοι κάθε 5-15 λεπτά (π.χ. Schäuble & Grigg, 1998; Vitt & Sartorius, 1999; Shine & Kearney, 2001; Herczeg *et al.*, 2006).

Ως έγκυρες τιμές λειτουργικών θερμοκρασιών θεωρήθηκαν όσες είχαν ληφθεί εντός των ωρών δραστηριότητας της *P. cretensis*, δηλαδή 8:00-20:00 την άνοιξη και 7:00-20:30 το καλοκαίρι. Οι υπόλοιπες τιμές που καταγράφηκαν από τις συσκευές, απορρίφθηκαν. Επειδή οι 10 δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν συνολικά δεν ήταν ίσης διάρκειας, οι τιμές των λειτουργικών θερμοκρασιών που καταγράφηκαν δεν ήταν ισάριθμες, γεγονός που θα προκαλούσε δυσκολία στη συγκριτική επεξεργασία τους. Προκειμένου να ξεπεραστεί η δυσκολία αυτή, για κάθε δειγματοληψία υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών που καταγράφηκαν σε διαδοχικές ημέρες, για κάθε χρονική στιγμή που η συσκευή έπαιρνε μέτρηση θερμοκρασίας. Με τον τρόπο αυτό για κάθε αισθητήρα προέκυψαν 49 τιμές κατά τις εαρινές δειγματοληψίες και 55 τιμές κατά τις θερινές, ενώ συνολικά προέκυψαν 49×11=539 τιμές λειτουργικών θερμοκρασιών για κάθε εαρινή δειγματοληψία (11 αισθητήρες) και 55×10=550 για κάθε θερινή (10 αισθητήρες).

Από τις τιμές αυτές, διορθωμένες με την εξίσωση της ευθείας παλινδρόμησης που αναφέρθηκε παραπάνω, υπολογίστηκε η μέση τιμή και η διακύμανση (Variance) των T_e κάθε μίας από τις 5 περιοχές μελέτης, για τις δύο εποχές δειγματοληψίας.

2.7.1.3 ΕΠΙΛΕΓΟΜΕΝΟ ΕΥΡΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ (T_{set})

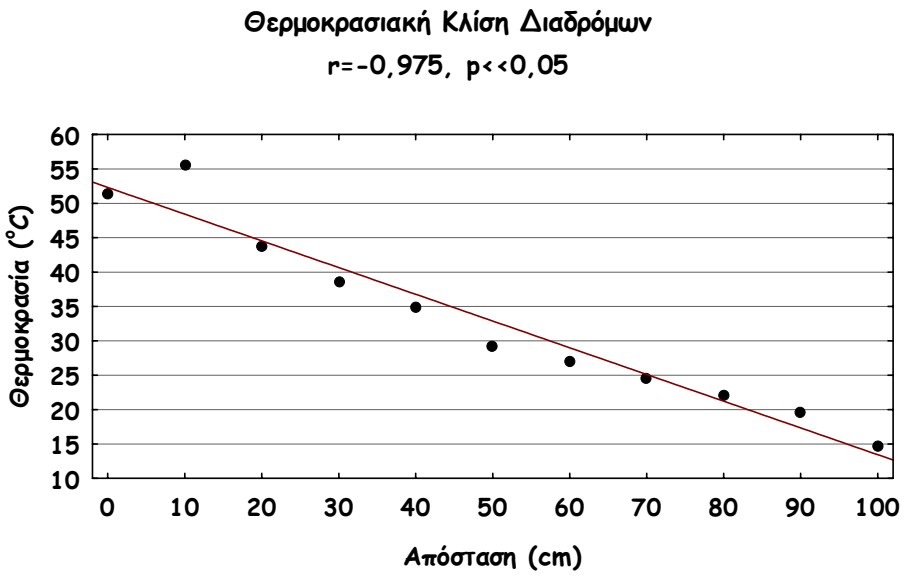
Για τον προσδιορισμό του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών των πέντε υπό μελέτη πληθυσμών της *P. cretensis*, χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις ειδικά διαμορφωμένοι εργαστηριακοί διάδρομοι θερμοκρασιακής κλίσης, κατασκευασμένοι από γυαλί και plexiglas (Εικόνα 2.14). Οι διαστάσεις των διαδρόμων ήταν 100×25×30cm. Το δάπεδό τους καλύφθηκε με στρώμα άμμου, ύψους περίπου 5cm, ενώ τα πλευρικά τους τοιχώματα καλύφθηκαν με αδιαφανές αυτοκόλλητο, ώστε να παρεμποδιστεί η οπτική επαφή μεταξύ ημών και των σαυρών. Μέσα στους διαδρόμους τοποθετήθηκαν πλαστικά δοχεία με νερό.



ΕΙΚΟΝΑ 2.14: Σχηματική απεικόνιση των εργαστηριακών διαδρόμων θερμοκρασιακής κλίσης.

Προκειμένου να επιτευχθούν σχετικά σταθερές θερμοκρασιακές κλίσεις, στη μια άκρη κάθε διαδρόμου τοποθετήθηκαν δύο συγκεντρωτικοί (spot) ηλεκτρικοί λαμπτήρες πυρακτώσεως, ισχύος 40 και 150Watt, ενώ στην άλλη άκρη προσαρτήθηκαν παγοκύστεις, εξωτερικά του τοιχώματος των διαδρόμων. Οι ακριβείς θέσεις των λαμπτήρων υπολογίστηκαν μετά από πλήθος δοκιμών και με γνώμονα την επίτευξη ομαλής θερμοκρασιακής κλίσης στους διαδρόμους. Τελικά, οι λαμπτήρες τοποθετήθηκαν σε ύψος 35cm από την επιφάνεια της άμμου, ενώ η απόστασή τους από την άκρη των διαδρόμων

ήταν 10cm για τους μεγάλους (150Watt) και 27,5cm για τους μικρούς (40Watt). Με τη διάταξη αυτή, οι θερμοκρασίες αέρα σε ύψος 1cm από την επιφάνεια της άμμου κυμαίνονταν από 15 έως 55°C (Διάγραμμα 2.1), εύρος που θεωρήθηκε ικανοποιητικό, σε σύγκριση με αυτά που προτείνονται στη βιβλιογραφία (π.χ. Van Damme *et al.*, 1986: 18-55°C; Castilla & Bauwens, 1991: 20-60°C; Christian & Weavers, 1996: 22-50°C; Díaz *et al.*, 2006: 20-50°C; Clusella-Trullas *et al.*, 2007: 17-55°C; Sepulveda *et al.*, 2008: 14-40°C). Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του αέρα μέσα στους διαδρόμους χρησιμοποιήθηκαν οι αισθητήρες των ηλεκτρονικών συσκευών καταγραφής θερμοκρασίας, που περιγράφηκαν στην Παράγραφο 2.7.1.2.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.1: Θερμοκρασιακή κλίση στους εργαστηριακούς διαδρόμους.

Η πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε το καλοκαίρι (30/7-15/8/2007) και οι μετρήσεις λάμβαναν χώρα εντός των ωρών φυσιολογικής δραστηριότητας των σαυρών. Από κάθε πληθυσμό επιλέχθηκαν 8 υγιή και εύρωστα ζώα (4 αρσενικά και 4 θηλυκά), προκειμένου να συμμετάσχουν στο πείραμα. Τουλάχιστον 1 ώρα πριν την έναρξη των μετρήσεων έμπαιναν σε λειτουργία οι διάδρομοι, δηλαδή άναβαν οι λαμπτήρες και τοποθετούνταν οι παγοκύστεις, ώστε να σταθεροποιηθεί η θερμοκρασιακή κλίση. Τότε γινόταν και η τοποθέτηση των σαυρών (μία σε κάθε διάδρομο), ούτως ώστε να

συνηθίσουν το περιβάλλον του διαδρόμου και να ξεκινήσουν να θερμορυθμίζουν. Σε τακτά χρονικά διαστήματα οι παγοκύστεις ανανεώνονταν.

Μία ώρα μετά την τοποθέτηση των ζώων στους διαδρόμους λαμβάνονταν η πρώτη μέτρηση της θερμοκρασίας τους. Η διαδικασία της θερμομέτρησης και τα θερμόμετρα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα ίδια με αυτά που περιγράφηκαν στην Παράγραφο 2.7.1.1 για τη μέτρηση των T_b στο πεδίο. Κατόπιν, οι σαύρες τοποθετούνταν ξανά μέσα στους διαδρόμους, κοντά στις παγοκύστεις. Οι μετρήσεις επαναλαμβάνονταν κάθε 30 λεπτά, έως ότου να έχουν ληφθεί 10 έγκυρες τιμές επιλεγόμενης θερμοκρασίας για κάθε σαύρα. Ως άκυρες θεωρούνταν οι μετρήσεις στις οποίες λόγω κακού χειρισμού μεταβάλλονταν η θερμοκρασία του ζώου κατά τη διάρκεια της θερμομέτρησης, καθώς και αυτές που λαμβάνονταν όταν κάποιο ζώο ήταν πολύ ανήσυχο για αρκετή ώρα, προσπαθώντας να δραπετεύσει αντί να θερμορυθμίζει. Το πείραμα ολοκληρώθηκε αφού ελήφθησαν συνολικά 80 τιμές επιλεγόμενων θερμοκρασιών από κάθε πληθυσμό, εκ των οποίων 40 προέρχονταν από αρσενικά και 40 από θηλυκά άτομα.

Από τις 80 τιμές επιλεγόμενων θερμοκρασιών που ελήφθησαν υπολογίστηκε το επιλεγόμενο εύρος θερμοκρασιών (T_{set}) κάθε πληθυσμού, ως το κεντρικό 50% (Hertz *et al.*, 1993; Christian & Weavers, 1996; Schäuble & Grigg, 1998; Kearney & Predavec, 2000; Scheers & Van Damme, 2002; Hitchcock & McBrayer, 2006; Clusella-Trullas *et al.*, 2007) των τιμών αυτών, καθώς και η μέση τιμή του T_{set}. Κατ' αντίστοιχο τρόπο υπολογίστηκε ξεχωριστά το επιλεγόμενο εύρος θερμοκρασιών και η μέση τιμή του, για κάθε φύλο σε κάθε έναν από τους 5 υπό μελέτη πληθυσμούς, προκειμένου να διερευνηθούν τυχόν διαφορές στις θερμικές προτιμήσεις των αρσενικών και των θηλυκών ζώων.

2.7.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΘΕΡΜΟΡΥΘΜΙΣΗΣ

Προκειμένου να υπολογιστούν οι 4 δείκτες θερμορύθμισης που παρουσιάστηκαν στην Παράγραφο 1.1.3.2 (Variance T_b, $\bar{d}_b$, $\bar{d}_e$ και E), ακολουθήθηκαν οι παρακάτω μέθοδοι (Hertz *et al.*, 1993):

- Αρχικά υπολογίστηκε το επιλεγόμενο εύρος θερμοκρασιών (T_{set}) για κάθε έναν από τους 5 υπό μελέτη πληθυσμούς, ως το κεντρικό 50% των τιμών των επιλεγόμενων θερμοκρασιών που ελήφθησαν στους εργαστηριακούς διαδρόμους θερμοκρασιακής κλίσης (βλ. Παράγραφο 2.7.1.3).
- Για τον υπολογισμό της τιμής του δείκτη της ευστοχίας της θερμορύθμισης ($\bar{d}_b$) κάθε πληθυσμού, δηλαδή της μέσης απόλυτης απόκλισης μεταξύ των θερμοκρασιών σώματος (T_b) και του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών (T_{set}) του πληθυσμού, υπολογίστηκαν οι παρακάτω διαφορές για κάθε μία τιμή T_b:

  [ΚΑΤΩ ΌΡΙΟ T_{set}]-T_b

  T_b-[ΆΝΩ ΌΡΙΟ T_{set}]

  Ως d_b λαμβάνεται η θετική τιμή που προκύπτει από τις δύο παραπάνω διαφορές, ενώ αν και οι δύο είναι αρνητικές, θεωρείται ότι d_b=0. Με τον τρόπο αυτό προκύπτει ένα σύνολο τιμών d_b, ισάριθμων με τις T_b και η $\bar{d}_b$ υπολογίζεται ως η μέση τιμή των d_b.
- Με ανάλογο τρόπο υπολογίστηκε η τιμή του δείκτη της θερμικής ποιότητας του περιβάλλοντος ($\bar{d}_e$), δηλαδή της μέσης απόλυτης απόκλισης μεταξύ των λειτουργικών θερμοκρασιών (T_e) και του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών (T_{set}), συγκρίνοντας αντίστοιχα κάθε μία τιμή T_e με τα όρια του T_{set} και λαμβάνοντας τη μέση τιμή ($\bar{d}_e$) από ένα σύνολο τιμών d_e, ισάριθμων με τις T_e.
- Ο δείκτης της αποτελεσματικότητας της θερμορύθμισης υπολογίστηκε από την παρακάτω Εξίσωση 2.2:

$$E=1-\bar{d}_b/\bar{d}_e \qquad (2.2)$$

- Ο υπολογισμός του δείκτη της ακρίβειας της θερμορύθμισης, δηλαδή της διακύμανσης των θερμοκρασιών σώματος (Variance T_b) έγινε απευθείας από τις θερμοκρασίες σώματος (T_b).

Επίσης υπολογίστηκαν και τα ποσοστά των T_b και T_e που βρίσκονται κάτω, μέσα και πάνω από το T_{set}, τα οποία σύμφωνα με τους Hertz *et al.* (1993) πρέπει απαραιτήτως να συνοδεύουν τους παραπάνω δείκτες.

2.8 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Η αρχική οργάνωση των πρωτογενών δεδομένων έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος Microsoft Office Excel 2003. Το ίδιο πρόγραμμα χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του μέσου αριθμού σαυρών ανά 1000m^2, από την Εξίσωση 2.1 (Παράγραφος 3.2), τον υπολογισμό των ποσοστών των T_b και T_e που βρίσκονται κάτω, μέσα και πάνω από το T_{set} (Παράγραφος 3.5.2.1) και των δεικτών $\bar{d}_b$, $\bar{d}_e$ και E της θερμορύθμισης (Παράγραφος 3.5.2.3).

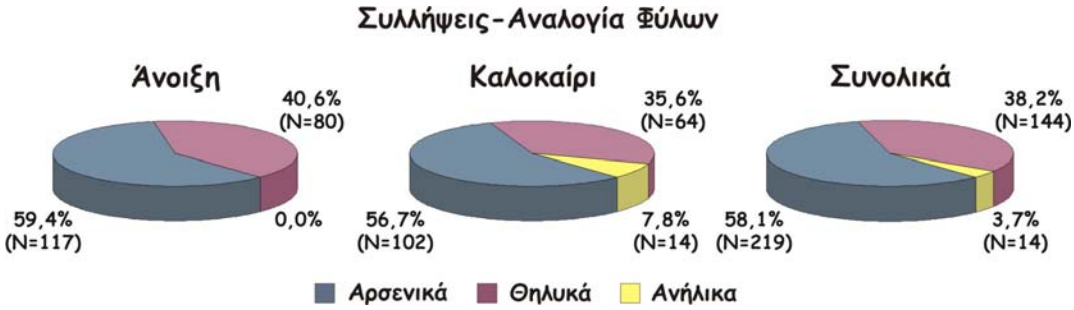
Η επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων (υπολογισμός μέσων τιμών, ποσοστών, τυπικών σφαλμάτων και ορίων εμπιστοσύνης) και η εξαγωγή των αντίστοιχων διαγραμμάτων έγιναν με χρήση του στατιστικού προγράμματος STATISTICA 7. της εταιρίας StatSoft Inc. Το ίδιο πρόγραμμα χρησιμοποιήθηκε και για τον έλεγχο κανονικότητας των δεδομένων και τους στατιστικούς ελέγχους (ANOVA, t-test, Tuckey HSD, Fisher test, x^2 test, Kruskal-Wallis test, Mann-Whitney U test, Multiple Regression), τον υπολογισμό του κεντρικού 50% των τιμών των επιλεγόμενων θερμοκρασιών, για την εξαγωγή του T_{set} (Παράγραφος 3.5.1.1), καθώς και για την ανάλυση ομαδοποίησης (*Cluster Analysis*) των τιμών των λειτουργικών θερμοκρασιών (Παράγραφος 3.5.2.2).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

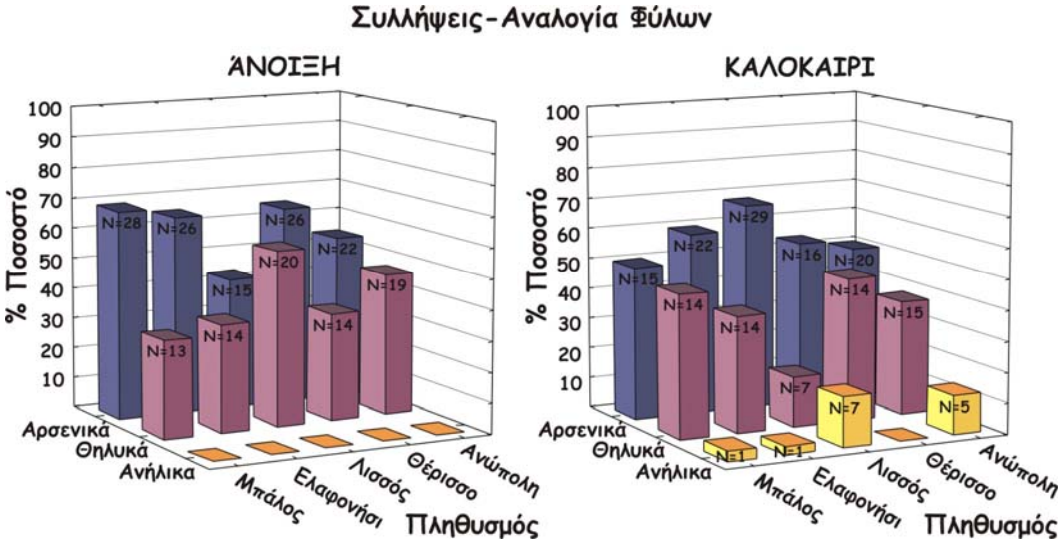
3.1 ΣΥΛΛΗΨΕΙΣ

3.1.1 ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΦΥΛΩΝ

Στα πλαίσια των δειγματοληψιών της παρούσας εργασίας συνελήφθησαν συνολικά 377 σαύρες (197 την άνοιξη και 180 το καλοκαίρι). Από αυτές οι 219 ήταν αρσενικές, οι 144 θηλυκές και οι 14 ανήλικες (δεν έγινε προσδιορισμός του φύλου τους). Η αναλογία φύλων των συλληφθέντων σαυρών για τις δύο εποχές δειγματοληψίας και συνολικά απεικονίζεται γραφικά στο Διάγραμμα 3.1, ενώ στο Διάγραμμα 3.2 παρατίθεται η γραφική απεικόνιση της αναλογίας φύλων, αναλυτικά για τους 5 υπό μελέτη πληθυσμούς και τις δύο εποχές δειγματοληψίας.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.1: Αναλογία φύλων των συλληφθέντων σαυρών για τις δύο εποχές δειγματοληψίας και συνολικά (N: αριθμός συλλήψεων).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.2: Αναλογία φύλων των συλληφθέντων σαυρών για τους 5 υπό μελέτη πληθυσμούς και τις δύο εποχές δειγματοληψίας (N: αριθμός συλλήψεων).

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 3.1, στο σύνολο των 377 συλληφθέντων σαυρών οι 219 ήταν αρσενικές (58,1%), οι 144 θηλυκές (38,2%) και οι 14 ανήλικες (3,7%). Την άνοιξη, από τα 197 ζώα που συνελήφθησαν συνολικά, τα 117 ήταν αρσενικά (59,4%) και τα 80 θηλυκά (40,6%), ενώ το καλοκαίρι πραγματοποιήθηκαν 180 συλλήψεις, εκ των οποίων οι 102 αφορούσαν αρσενικά ζώα (56,7%), οι 64 θηλυκά (35,6%) και οι 14 ανήλικα (7,8%). Παρατηρείται ότι συλλήψεις ανήλικων ζώων πραγματοποιήθηκαν μόνο κατά τη θερινή περίοδο δειγματοληψιών. Επίσης παρατηρείται ότι η αναλογία αρσενικών/θηλυκών σαυρών είναι περίπου ίση με 1,5:1 για τις δύο εποχές δειγματοληψίας (και συνολικά).

Ο στατιστικός έλεγχος επιβεβαίωσε ότι η αναλογία φύλων των συνολικά συλληφθέντων σαυρών δεν μεταβάλλεται σημαντικά μεταξύ των δύο εποχών δειγματοληψίας, καθώς τα συνολικά ποσοστά αρσενικών και θηλυκών ζώων δεν διαφέρουν μεταξύ των δύο εποχών (Fisher test άνοιξη-καλοκαίρι, αρσενικά: $p=0,596$, θηλυκά: $p=0,282$). Αναλυτικότερα, για κάθε έναν από τους 5 μελετώμενους πληθυσμούς (βλ. Διάγραμμα 3.2) τα ποσοστά τόσο των αρσενικών, όσο και των θηλυκών συλληφθέντων σαυρών εμφανίζονται σταθερά μεταξύ των δύο εποχών, με εξαίρεση τον πληθυσμό της Λισσού, στον οποίο το ποσοστό των συλληφθέντων αρσενικών ζώων είναι σημαντικά υψηλότερο το καλοκαίρι, έναντι της άνοιξης (Fisher test άνοιξη-καλοκαίρι, αρσενικά: $p=0,033$), ενώ το αντίθετο συμβαίνει με το ποσοστό των συλληφθέντων θηλυκών (Fisher test άνοιξη-καλοκαίρι, θηλυκά: $p<<0,05$).

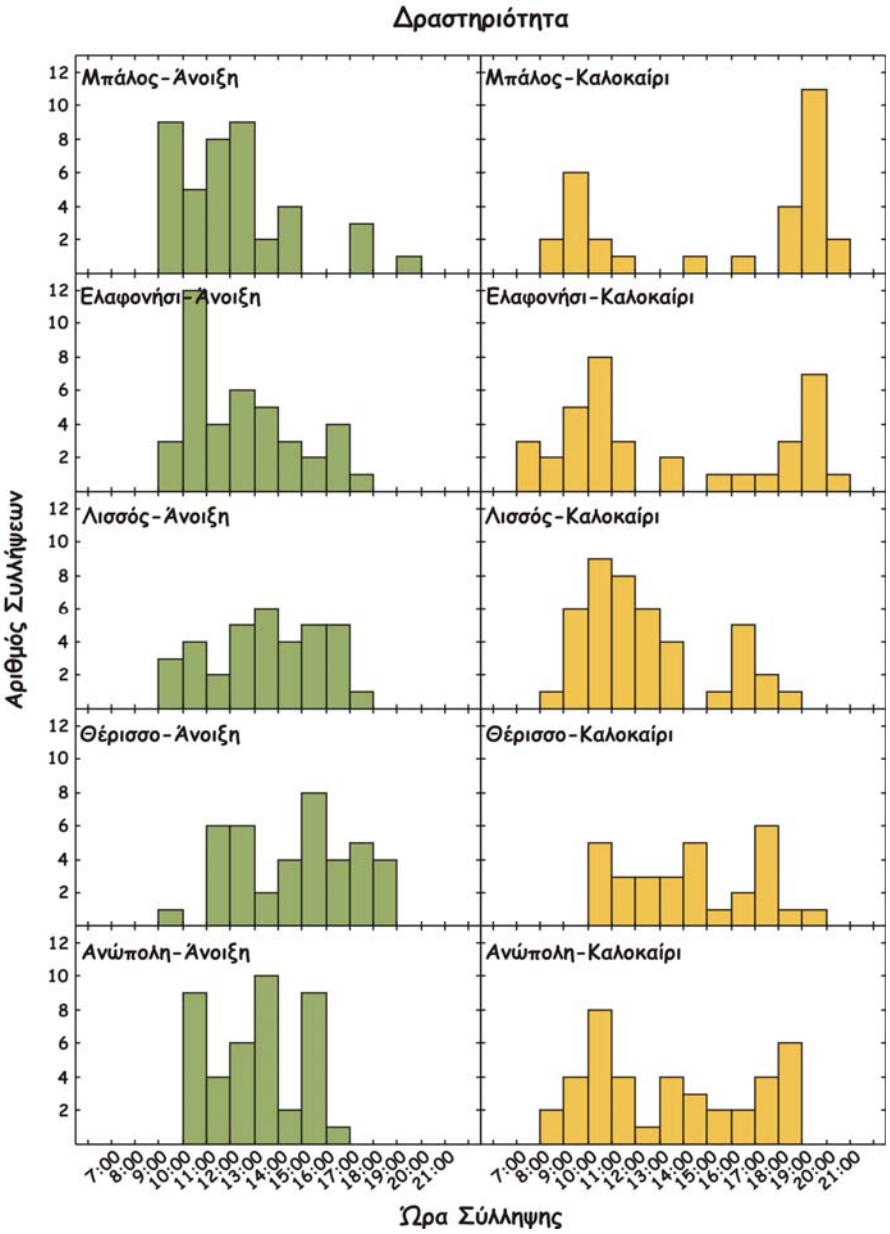
Τα συνολικά ποσοστά των συλληφθέντων αρσενικών σαυρών εμφανίζονται σημαντικά υψηλότερα από αυτά των θηλυκών, τόσο την άνοιξη, όσο και το καλοκαίρι (Fisher test αρσενικά-θηλυκά, άνοιξη: $p<<0,05$, καλοκαίρι: $p<<0,05$). Την άνοιξη, η διαφορά αυτή οφείλεται κυρίως στους πληθυσμούς από το Μπάλο, το Ελαφονήσι και το Θέρισσο, ενώ τα ποσοστά των συλληφθέντων αρσενικών και θηλυκών σαυρών δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους για τους πληθυσμούς από τη Λισσό και την Ανώπολη την εποχή αυτή (Fisher test αρσενικά-θηλυκά, Μπάλος: $p=0,001$, Ελαφονήσι: $p=0,009$, Λισσός: $p=0,239$, Θέρισσο: $p=0,009$, Ανώπολη: $p=0,505$). Αντίθετα το καλοκαίρι, η διαφορά αυτή οφείλεται κυρίως στον πληθυσμό από τη Λισσό, ενώ τα ποσοστά των συλληφθέντων αρσενικών και θηλυκών σαυρών δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους για τους υπόλοιπους πληθυσμούς την

εποχή αυτή (Fisher test αρσενικά-θηλυκά, Μπάλος: p=0,799, Ελαφονήσι: p=0,066, Λισσός: p<<0,05, Θέρισσο: p=0,611, Ανώπολη: p=0,263).

Η σύγκριση μεταξύ των 5 μελετώμενων πληθυσμών έδειξε ότι ο πληθυσμός της Λισσού είναι ο μόνος που διαφοροποιείται από τους υπόλοιπους το καλοκαίρι, εμφανίζοντας σημαντικά χαμηλότερο ποσοστό συλληφθέντων θηλυκών σαυρών (Fisher test για θηλυκά, Λισσός-Μπάλος: p=0,006, Λισσός-Ελαφονήσι: p=0,032, Λισσός-Θέρισσο: p=0,006, Λισσός-Ανώπολη: p=0,029), ενώ την άνοιξη οι μόνες σημαντικές διαφορές που παρατηρήθηκαν ήταν ανάμεσα στους πληθυσμούς από το Μπάλο και τη Λισσό, καθώς στη Λισσό συνελήφθησαν περισσότερα θηλυκά (Fisher test για θηλυκά, Μπάλος-Λισσός: p=0,031) και λιγότερα αρσενικά ζώα την εποχή αυτή (Fisher test για αρσενικά, Μπάλος-Λισσός: p=0,031).

3.1.2 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Όπως αναφέρθηκε, η δειγματοληπτική προσπάθεια λάμβανε χώρα καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας (άνοιξη: 8:00-20:00, καλοκαίρι: 7:00-20:30), ενώ για κάθε σαύρα που συλλαμβάνονταν, σημειωνόταν και η αντίστοιχη ώρα. Με βάση τα δεδομένα αυτά κατασκευάστηκε το Διάγραμμα 3.3, το οποίο απεικονίζει το πρότυπο της δραστηριότητας των 5 υπό μελέτη πληθυσμών της *P. cretensis*, κατά τη διάρκεια των δύο εποχών.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.3: Κατανομή των συλλήψεων κατά τη διάρκεια της ημέρας, για τους 5 υπό μελέτη πληθυσμούς και τις δύο εποχές δειγματοληψίας.

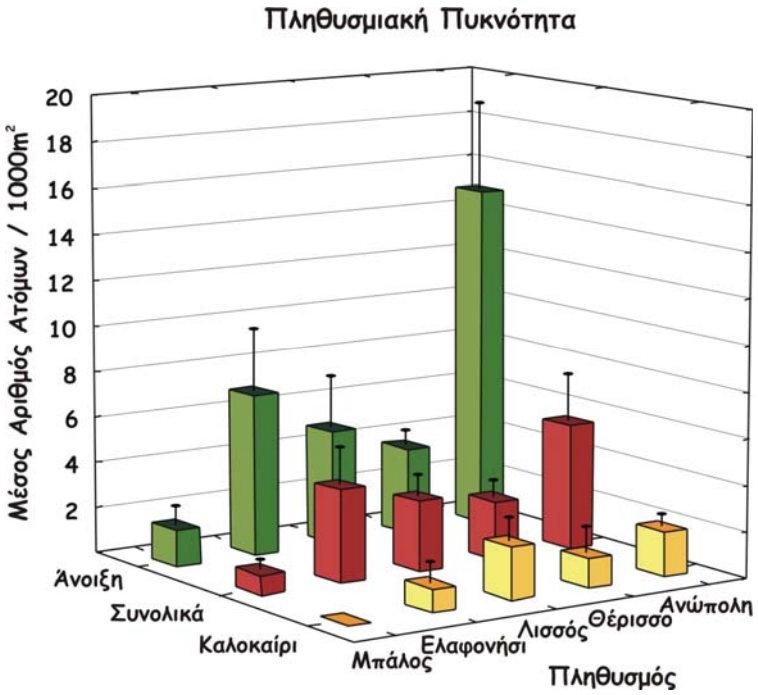
Από το Διάγραμμα 3.3 παρατηρείται ότι την άνοιξη η δραστηριότητα των ζώων δεν ξεκινούσε πριν τις 9:00 σε κανέναν πληθυσμό, ενώ στους περισσότερους διακόπτονταν πριν τις 19:00. Ο στατιστικός έλεγχος έδειξε ότι την άνοιξη τα πρότυπα δραστηριότητας των 4 από τους 5 μελετώμενους πληθυσμούς διαφέρουν μεταξύ τους, με εξαίρεση τον πληθυσμό από το Ελαφονήσι, του οποίου το εαρινό πρότυπο δραστηριότητας εμφανίζει διαφορές μόνο από αυτό του πληθυσμού από το Μπάλο (x^2 test για άνοιξη, Μπάλος-Ελαφονήσι: x^2=33,717, df=13, p=0,001, Μπάλος-Λισσός: x^2=50,117, df=13, p<<0,05, Μπάλος-Θέρισσο: x^2=82,967, df=13, p<<0,05, Μπάλος-Ανώπολη: x^2=25,678, df=13, p=0,019, Ελαφονήσι-Λισσός: x^2=20,283, df=13, p=0,088, Ελαφονήσι-Θέρισσο: x^2=20,388, df=13, p=0,086, Ελαφονήσι-Ανώπολη: x^2=18,444, df=13, p=0,141, Λισσός-Θέρισσο: x^2=23,519, df=13, p=0,036, Λισσός-Ανώπολη: x^2=35,322, df=13, p=0,001, Θέρισσο-Ανώπολη: x^2=34,844, df=13, p=0,001).

Σημαντική εποχιακή διαφοροποίηση εμφάνισαν τα πρότυπα δραστηριότητας των πληθυσμών από το Μπάλο, το Ελαφονήσι, το Θέρισσο και την Ανώπολη, ενώ το πρότυπο δραστηριότητας του πληθυσμού της Λισσού δεν μεταβλήθηκε σημαντικά με την εποχή (x^2 test άνοιξη-καλοκαίρι, Μπάλος: x^2=82,091, df=13, p<<0,05, Ελαφονήσι: x^2=33,633, df=13, p<<0,05, Λισσός: x^2=21,644, df=13, p=0,061, Θέρισσο: x^2=62,200, df=13, p<<0,05, Ανώπολη: x^2=75,458, df=13, p<<0,05).

Το καλοκαίρι, το χρονικό εύρος της δραστηριότητας των μελετώμενων πληθυσμών ήταν αρκετά μεγαλύτερο (βλ. Διάγραμμα 3.3). Σε ορισμένους πληθυσμούς (π.χ. Ελαφονήσι) η δραστηριότητα ξεκινούσε από τις 7:00, ενώ συλλήψεις σημειώνονταν μέχρι τις 21:00. Σημαντικές διαφορές την εποχή αυτή εμφανίζουν μόνο τα πρότυπα δραστηριότητας των πληθυσμών της Λισσού και του Θερίσσου από αυτά των υπολοίπων πληθυσμών, με εξαίρεση τους συνδυασμούς Λισσός-Ελαφονήσι και Θέρισσο-Ανώπολη των οποίων τα πρότυπα δραστηριότητας δεν διαφέρουν σημαντικά (x^2 test για καλοκαίρι, Λισσός-Μπάλος: x^2=37,769, df=13, p<<0,05, Λισσός-Ελαφονήσι: x^2=19,103, df=13, p=0,120, Λισσός-Θέρισσο: x^2=28,033, df=13, p=0,009, Λισσός-Ανώπολη: x^2=43,792, df=13, p<<0,05, Θέρισσο-Μπάλος: x^2=128,833, df=13, p<<0,05, Θέρισσο-Ελαφονήσι: x^2=54,800, df=13, p<<0,05, Θέρισσο-Ανώπολη: x^2=18,625, df=13, p=0,135).

3.2 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

Στο Διάγραμμα 3.4 απεικονίζεται γραφικά ο μέσος αριθμός των ενήλικων σαυρών του είδους *P. cretensis* ανά 1000m^2, για τους 5 υπό μελέτη πληθυσμούς και τις δύο εποχές δειγματοληψίας (και συνολικά), όπως υπολογίστηκε με βάση το μέσο αριθμό σαυρών που καταμετρήθηκαν στις τυχαίες διαδρομές και την Εξίσωση 2.1 ($\mathbf{N_{1000m^2}=N_{ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ}\times 1000/400}$).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.4: Πληθυσμιακή πυκνότητα (μέσος αριθμός ατόμων/1000m^2), με βάση το μέσο αριθμό σαυρών που καταμετρήθηκαν στις τυχαίες διαδρομές, για τους 5 υπό μελέτη πληθυσμούς, κατά τις δύο εποχές δειγματοληψίας και συνολικά. Οι κατακόρυφες γραμμές υποδηλώνουν το τμήμα του τυπικού σφάλματος.

Από το Διάγραμμα 3.4 παρατηρείται ότι ο πληθυσμός της *P. cretensis* στην Ανώπολη εμφανίζεται αρκετά πυκνότερος από τους υπόλοιπους κατά την περίοδο της άνοιξης. Την εικόνα αυτή επιβεβαιώνει και ο στατιστικός έλεγχος, σύμφωνα με τον οποίο η διαφορά στις πληθυσμιακές πυκνότητες των 5 υπό μελέτη περιοχών την άνοιξη είναι σημαντική (Kruskal-Wallis test για άνοιξη: $H_{4,\ 24}$=11,820, p=0,019) και σύμφωνα με τη μετανάλυση, οφείλεται κυρίως στη διαφορά της πυκνότητας του πληθυσμού της Ανώπολης από του Μπάλου (Multiple Comparisons p values για άνοιξη, Ανώπολη-Μπάλος:

p=0,015). Τόσο το καλοκαίρι (Kruskal-Wallis test: $H_{4,\ 34}$=5,666, p=0,226), όσο και συνολικά για τις δύο εποχές (Kruskal-Wallis test: $H_{4,\ 58}$=8,162, p=0,086), δεν εμφανίζονται σημαντικές διαφορές στην πληθυσμιακή πυκνότητα των 5 περιοχών μελέτης.

Επίσης, σημαντική είναι η εποχιακή διαφοροποίηση της πληθυσμιακής πυκνότητας των 5 περιοχών (Mann-Whitney U test για σύνολο πληθυσμών, άνοιξη-καλοκαίρι: p=0,002), η οποία οφείλεται κυρίως στους πληθυσμούς από το Ελαφονήσι και την Ανώπολη (Mann-Whitney U test άνοιξη-καλοκαίρι, Ελαφονήσι: p=0,032, Ανώπολη: p=0,014).

3.3 ΠΑΡΑΣΙΤΙΣΜΟΣ

3.3.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΕΞΩΠΑΡΑΣΙΤΩΝ

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας εξετάστηκαν 340 σαύρες (177 την άνοιξη και 163 το καλοκαίρι) για παρουσία εξωπαρασίτων. Τα αποτελέσματα του % ποσοστού προσβολής των 5 υπό μελέτη πληθυσμών της *P. cretensis* από αυτά, για τα δύο φύλα και τις δύο εποχές δειγματοληψίας και συνολικά παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.1:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: % Ποσοστό παρουσίας εξωπαρασίτων στους 5 υπό μελέτη πληθυσμούς, για τα δύο φύλα και τις δύο εποχές δειγματοληψίας (N: μέγεθος δείγματος).

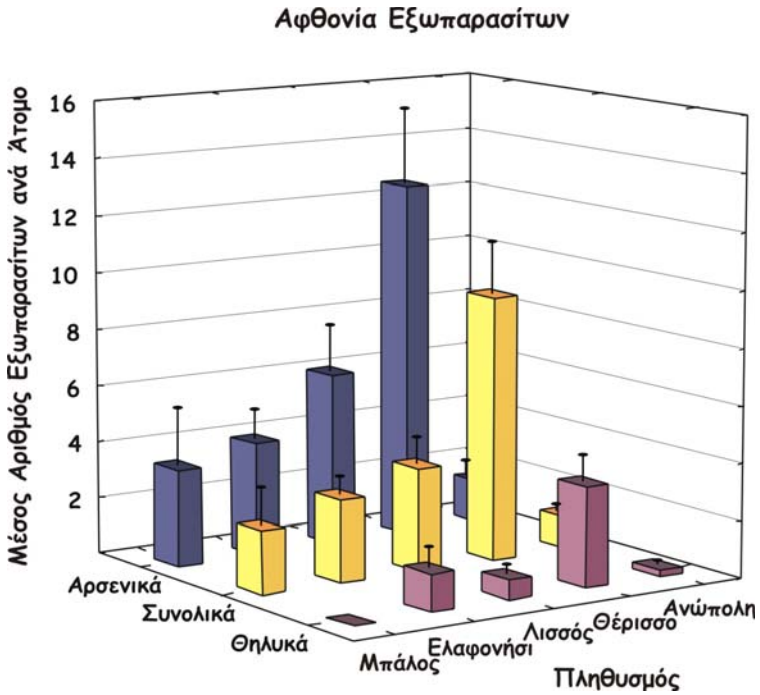
ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΕΞΩΠΑΡΑΣΙΤΩΝ					
	ΑΡΣΕΝΙΚΑ		ΘΗΛΥΚΑ		ΣΥΝΟΛΙΚΑ	
	N	ΠΟΣΟΣΤΟ %	N	ΠΟΣΟΣΤΟ %	N	ΠΟΣΟΣΤΟ %
			ΑΝΟΙΞΗ			
Μπάλος	24	25,0	13	0,0	37	**16,2**
Ελαφονήσι	18	77,8	13	30,8	31	**58,1**
Λισσός	17	94,1	14	35,7	31	**67,7**
Θέρισσο	25	84,0	14	78,6	39	**82,1**
Ανώπολη	22	50,0	17	41,2	39	**47,4**
ΣΥΝΟΛΟ	**106**	**64,2**	**71**	**38,0**	**177**	**53,7**
			ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ			
Μπάλος	15	26,7	14	42,9	29	**34,5**
Ελαφονήσι	22	50,0	14	28,6	36	**41,7**
Λισσός	28	32,1	7	0,0	35	**25,7**
Θέρισσο	15	100,0	13	100,0	28	**100,0**
Ανώπολη	20	80,0	15	46,7	35	**65,7**
ΣΥΝΟΛΟ	**100**	**55,0**	**63**	**47,6**	**163**	**52,1**
			ΣΥΝΟΛΙΚΑ (ΑΝΟΙΞΗ + ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ)			
Μπάλος	39	25,6	27	22,2	66	**24,2**
Ελαφονήσι	40	62,5	27	29,6	67	**49,3**
Λισσός	45	55,6	21	23,8	66	**45,5**
Θέρισσο	40	90,0	27	88,9	67	**89,6**
Ανώπολη	42	64,3	32	43,8	74	**55,4**
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	**206**	**59,7**	**134**	**42,5**	**340**	**52,9**

Σύμφωνα με το στατιστικό έλεγχο, η εποχή δεν παίζει σημαντικό ρόλο στην παρουσία εξωπαρασίτων για το συνολικό αριθμό των σαυρών που εξετάστηκαν (Fisher test άνοιξη-καλοκαίρι, αρσενικά: p=0,180, θηλυκά: p=0,311, συνολικά: p=0,768). Αντίθετα, το φύλο φαίνεται να αποτελεί σημαντικό παράγοντα, με τα αρσενικά ζώα να εμφανίζουν γενικά υψηλότερο ποσοστό προσβολής από παράσιτα από τα θηλυκά (Fisher test για σύνολο παρατηρήσεων, αρσενικά-θηλυκά: p=0,002). Ο αναλυτικός έλεγχος για κάθε έναν από τους 5 υπό μελέτη πληθυσμούς, έδειξε ότι σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων εμφανίζουν μόνο οι πληθυσμοί από το Ελαφονήσι και τη Λισσό (Fisher test αρσενικά-θηλυκά, Μπάλος: p=0,752, Ελαφονήσι: p=0,010, Λισσός: p=0,019, Θέρισσο: p=0,886, Ανώπολη: p=0,083).

Η σύγκριση μεταξύ των 5 πληθυσμών, για το σύνολο των παρατηρήσεων των δύο εποχών, έδειξε ότι ο πληθυσμός από το Μπάλο εμφανίζει σημαντικά χαμηλότερο ποσοστό προσβολής από εξωπαράσιτα από όλους τους υπόλοιπους πληθυσμούς (Fisher test, Μπάλος-Ελαφονήσι: p=0,003, Μπάλος-Λισσός: p=0,011, Μπάλος-Θέρισσο: p<<0,05, Μπάλος-Ανώπολη: p<<0,05), γεγονός που οφείλεται στο χαμηλό ποσοστό προσβολής των αρσενικών ζώων (Fisher test για αρσενικά, Μπάλος-Ελαφονήσι: p=0,002, Μπάλος-Λισσός: p=0,008, Μπάλος-Θέρισσο: p<<0,05, Μπάλος-Ανώπολη: p=0,001), ενώ το ποσοστό προσβολής των θηλυκών ζώων από το Μπάλο διαφέρει σημαντικά μόνο το αντίστοιχο του Θερίσσου (Fisher test για θηλυκά, Μπάλος-Θέρισσο: p<<0,05). Επίσης ο πληθυσμός από το Θέρισσο διαφέρει σημαντικά από όλους τους υπόλοιπους, καθώς εμφανίζει το υψηλότερο ποσοστό προσβολής από εξωπαράσιτα (Fisher test, Θέρισσο-Μπάλος: p<<0,05, Θέρισσο-Ελαφονήσι: p<<0,05, Θέρισσο-Λισσός: p<<0,05, Θέρισσο-Ανώπολη: p<<0,05), γεγονός που οφείλεται στο υψηλό ποσοστό προσβολής τόσο των αρσενικών (Fisher test για αρσενικά, Θέρισσο-Μπάλος: p<<0,05, Θέρισσο-Ελαφονήσι: p=0,006, Θέρισσο-Λισσός: p=0,001, Θέρισσο-Ανώπολη: p=0,007), όσο και των θηλυκών ζώων (Fisher test για θηλυκά, Θέρισσο-Μπάλος: p<<0,05, Θέρισσο-Ελαφονήσι: p<<0,05, Θέρισσο-Λισσός: p<<0,05, Θέρισσο-Ανώπολη: p=0,001). Οι μεταξύ των υπολοίπων πληθυσμών (Ελαφονήσι, Λισσός, Ανώπολη) διαφορές στο ποσοστό προσβολής από εξωπαράσιτα δεν ήταν σημαντικές, ούτε για κάποιο από τα δύο φύλα, ούτε συνολικά.

3.3.2 ΑΦΘΟΝΙΑ ΕΞΩΠΑΡΑΣΙΤΩΝ ΑΝΑ ΆΤΟΜΟ

Κατά τη διάρκεια των εαρινών δειγματοληψιών μετρήθηκε και ο αριθμός των εξωπαρασίτων ανά άτομο για όλες τις σαύρες που εξετάστηκαν για παρουσία εξωπαρασίτων την εποχή αυτή (βλ. Πίνακα 3.1). Τα αποτελέσματα της μέσης κατ' άτομο αφθονίας εξωπαρασίτων στους 5 υπό μελέτη πληθυσμούς, για τα δύο φύλα και συνολικά, απεικονίζονται γραφικά στο Διάγραμμα 3.5:



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.5: Μέσης κατ' άτομο αφθονία εξωπαρασίτων στους 5 υπό μελέτη πληθυσμούς, για τα δύο φύλα και συνολικά, κατά την εαρινή σειρά δειγματοληψιών. Οι κατακόρυφες γραμμές υποδηλώνουν το θετικό τμήμα του τυπικού σφάλματος.

Η μέση αφθονία εξωπαρασίτων για τα 177 ζώα που εξετάστηκαν συνολικά ήταν ίση με 3,9 παράσιτα/άτομο. Τα (106) αρσενικά ζώα έφεραν κατά μέσο όρο 5,7 παράσιτα/άτομο, ενώ τα (71) θηλυκά έφεραν 1,2 παράσιτα/άτομο.

Η εικόνα που προκύπτει από το στατιστικό έλεγχο για την κατ' άτομο αφθονία είναι αντίστοιχη με αυτήν της παρουσίας εξωπαρασίτων. Σημαντική είναι η διαφοροποίηση της αφθονίας μεταξύ των δύο φύλων, καθώς τα αρσενικά ζώα εμφανίζουν σημαντικά μεγαλύτερη κατ' άτομο αφθονία

εξωπαρασίτων σε σχέση με τα θηλυκά (Mann-Whitney U test για σύνολο πληθυσμών, αρσενικά-θηλυκά: $p<<0,05$). Όπως προέκυψε από τη μετανάλυση, σημαντικές διαφορές στην κατ' άτομο αφθονία εξωπαρασίτων μεταξύ των δύο φύλων (μεγαλύτερη αφθονία στα αρσενικά) εμφανίζουν μόνο οι πληθυσμοί από το Ελαφονήσι, τη Λισσό και το Θέρισσο (Mann-Whitney U test αρσενικά-θηλυκά, Μπάλος: $p=0,215$, Ελαφονήσι: $p=0,018$, Λισσός: $p<<0,05$, Θέρισσο: $p=0,019$, Ανώπολη: $p=0,336$).

Η σύγκριση μεταξύ των 5 πληθυσμών έδειξε ότι διαφέρουν σημαντικά ως προς την κατ' άτομο αφθονία εξωπαρασίτων (Kruskal-Wallis test: $H_{4, 177}=42,642$, $p<<0,05$), ενώ η μετανάλυση έδειξε ότι ο πληθυσμός από το Θέρισσο εμφανίζει σημαντικά υψηλότερη αφθονία από τους πληθυσμούς από το Μπάλο και την Ανώπολη, ενώ ο πληθυσμός από τη Λισσό εμφανίζει υψηλότερη αφθονία μόνο από τον πληθυσμό του Μπάλου (Multiple Comparisons p values, Λισσός-Μπάλος: $p=0,009$, Θέρισσο-Μπάλος: $p<<0,05$, Θέρισσο-Ανώπολη: $p<<0,05$). Η σύγκριση των 5 πληθυσμών ανά φύλο έδωσε το ίδιο ακριβώς αποτέλεσμα (Kruskal-Wallis test για αρσενικά: $H_{4, 106}=31,222$, $p<<0,05$, για θηλυκά: $H_{4, 71}=20,800$, $p<<0,05$), ενώ η μετανάλυση έδειξε ότι στην περίπτωση των αρσενικών σαυρών οι διαφορές οφείλονται κυρίως στην υψηλότερη αφθονία του πληθυσμού από το Θέρισσο, έναντι των πληθυσμών από το Μπάλο και την Ανώπολη, καθώς και του πληθυσμού από τη Λισσό, έναντι του πληθυσμού από το Μπάλο (Multiple Comparisons p values για αρσενικά, Λισσός-Μπάλος: $p=0,007$, Θέρισσο-Μπάλος: $p<<0,05$, Θέρισσο-Ανώπολη: $p=0,001$). Στην περίπτωση των θηλυκών σαυρών οι διαφορές οφείλονται κυρίως στην υψηλότερη αφθονία του πληθυσμού από το Θέρισσο, έναντι του πληθυσμού του Μπάλου (Multiple Comparisons p values για θηλυκά, Θέρισσο-Μπάλος: $p=0,001$).

3.4 ΘΗΡΕΥΣΗ

3.4.1 ΑΥΤΟΤΟΜΙΑ ΟΥΡΑΣ

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τον έλεγχο για κομμένες ουρές ή σημάδια παλαιότερης αυτοτομής, που πραγματοποιήθηκε στα συλληφθέντα ζώα της εαρινής σειράς δειγματοληψιών, παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.2:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2: % Ποσοστό σαυρών με κομμένη ή αναγεννημένη ουρά στους 5 υπό μελέτη πληθυσμούς, για τα δύο φύλα (N: μέγεθος δείγματος).

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΖΩΑ ΜΕ ΚΟΜΜΕΝΗ Ή ΑΝΑΓΕΝΝΗΜΕΝΗ ΟΥΡΑ					
	ΑΡΣΕΝΙΚΑ		ΘΗΛΥΚΑ		ΣΥΝΟΛΙΚΑ	
	N	ΠΟΣΟΣΤΟ %	N	ΠΟΣΟΣΤΟ %	N	ΠΟΣΟΣΤΟ %
			ΆΝΟΙΞΗ			
Μπάλος	28	69,7	13	46,2	41	**61,0**
Ελαφονήσι	25	48,0	13	38,5	38	**44,7**
Λισσός	16	62,5	13	46,2	29	**55,2**
Θέρισσο	25	68,0	14	71,4	39	**69,2**
Ανώπολη	22	63,6	17	58,8	39	**61,5**
ΣΥΝΟΛΟ	**116**	**62,1**	**70**	**52,9**	**186**	**58,6**

Από τον Πίνακα 3.2 παρατηρείται ότι το ποσοστό των σαυρών με κομμένη ή αναγεννημένη ουρά στους 5 πληθυσμούς κυμαίνεται μεταξύ 44,7 και 69,2%. Ο στατιστικός έλεγχος έδειξε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των 5 υπό μελέτη πληθυσμών, με εξαίρεση τον πληθυσμό από το Θέρισσο που εμφανίζει σημαντικά υψηλότερο ποσοστό κομμένων ή αναγεννημένων ουρών από τον πληθυσμό από το Ελαφονήσι (Fisher test, Μπάλος-Ελαφονήσι: p=0,151, Μπάλος-Λισσός: p=0,629, Μπάλος-Θέρισσο: p=0,445, Μπάλος-Ανώπολη: p=0,964, Ελαφονήσι-Λισσός: p=0,411, Ελαφονήσι-Θέρισσο: p=0,033, Ελαφονήσι-Ανώπολη: p=0,151, Λισσός-Θέρισσο: p=0,234, Λισσός-Ανώπολη: p=0,592, Θέρισσο-Ανώπολη: p=0,450).

Επίσης, δε βρέθηκαν διαφορές στο ποσοστό των κομμένων ή αναγεννημένων ουρών μεταξύ των δύο φύλων, ούτε συνολικά (Fisher test, αρσενικά-θηλυκά: p=0,219), ούτε για κάποιον από τους 5 πληθυσμούς (Fisher test αρσενικά-θηλυκά, Μπάλος: p=0,193, Ελαφονήσι: p=0,580, Λισσός: p=0,388, Θέρισσο: p=0,827, Ανώπολη: p=0,762, συνολικά: p=0,219).

3.4.2 ΠΕΙΡΑΜΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΘΗΡΕΥΣΗΣ

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το πείραμα προσομοίωσης θήρευσης, παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.3. Ως «επιθέσεις» θεωρήθηκαν αυτές που προέρχονταν από πιθανά πτηνά-θηρευτές της *P. cretensis*, ενώ σημάδια από δάγκωμα τρωκτικών δεν συνυπολογίστηκαν στα αποτελέσματα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3: Αποτελέσματα του πειράματος προσομοίωσης Θήρευσης.

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΠΕΙΡΑΜΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΘΗΡΕΥΣΗΣ		
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΜΟΙΩΜΑΤΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΘΕΣΕΩΝ	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΘΕΣΕΩΝ
Μπάλος	49	7	14,3
Ελαφονήσι	46	5	10,9
Λισσός	25	3	12,0
Θέρισσο	48	9	18,8
Ανώπολη	50	5	10,0

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 3.3, το ποσοστό των επιθέσεων στα ομοιώματα σαύρας κυμάνθηκε από 10,0 έως 18,8%. Ο στατιστικός έλεγχος έδειξε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των 5 περιοχών μελέτης (Fisher test, Μπάλος-Ελαφονήσι: p=0,620, Μπάλος-Λισσός: p=0,811, Μπάλος-Θέρισσο: p=0,525, Μπάλος-Ανώπολη: p=0,542, Ελαφονήσι-Λισσός: p=0,895, Ελαφονήσι-Θέρισσο: p=0,292, Ελαφονήσι-Ανώπολη: p=0,886, Λισσός-Θέρισσο: p=0,448, Λισσός-Ανώπολη: p=0,792, Θέρισσο-Ανώπολη: p=0,217).

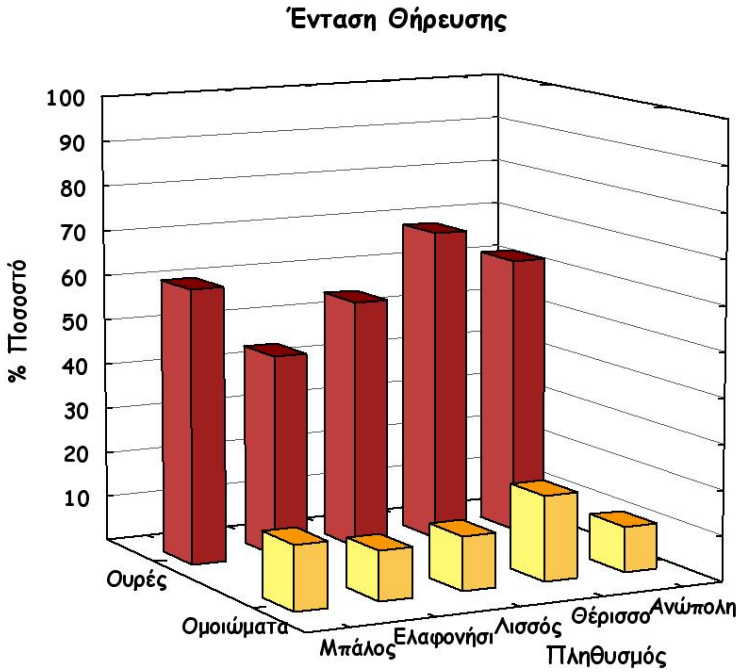
Στις Εικόνες 3.1 και 3.2 παρουσιάζονται ενδεικτικά παραδείγματα της εικόνας που παρουσίαζαν τα ομοιώματα μετά τις επιθέσεις.

ΕΙΚΟΝΑ 3.1: Ομοιώματα σαύρας με εμφανή σημάδια από ράμφη πουλιών.

ΕΙΚΟΝΑ 3.2: Κατεστραμμένα ομοιώματα σαύρας, πιθανότατα από επιθέσεις αρπακτικών.

3.4.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΕΘΟΔΩΝ

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την προσπάθεια για εκτίμηση της έντασης θήρευσης που υφίστανται οι 5 μελετώμενοι πληθυσμοί της *P. cretensis*, με βάση τα ποσοστά κομμένων ή αναγεννημένων ουρών και το πείραμα προσομοίωσης θήρευσης απεικονίζονται γραφικά στο Διάγραμμα 3.6:



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.6: Εκτίμηση της έντασης θήρευσης που υφίστανται οι 5 υπό μελέτη πληθυσμοί, με βάση τα ποσοστά των κομμένων ή αναγεννημένων ουρών και τις επιθέσεις που δέχτηκαν τα ομοιώματα σαύρας.

Τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων δεν εμφανίζουν σημαντική συσχέτιση (Multiple Regression, r=0,695, p=0,193) και οι διαφορές ανάμεσα στα ποσοστά που υπολογίστηκαν με τις δύο μεθόδους, για κάθε πληθυσμό, είναι σημαντικές (Fisher test ουρές-ομοιώματα, Μπάλος: p<<0,05, Ελαφονήσι: p=0,001, Λισσός: p=0,002, Θέρισσο: p<<0,05, Ανώπολη: p<<0,05).

3.5 ΘΕΡΜΙΚΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

3.5.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

3.5.1.1 ΕΠΙΛΕΓΟΜΕΝΟ ΕΥΡΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ (T_{set})

Στον Πίνακα 3.4 παρουσιάζονται αναλυτικά η μέση τιμή και το εύρος των 80 τιμών επιλεγόμενων θερμοκρασιών που ελήφθησαν συνολικά από κάθε πληθυσμό, καθώς και των 40 κεντρικών τιμών από τις οποίες προσδιορίστηκε το επιλεγόμενο εύρος θερμοκρασιών (T_{set}) κάθε πληθυσμού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4: Μέση τιμή και εύρος τιμών των επιλεγόμενων θερμοκρασιών (συνολικά ληφθείσες τιμές) και του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών (T_{set}) (κεντρικό 50%), για τους 5 μελετώμενους πληθυσμούς (N: μέγεθος δείγματος).

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΕΠΙΛΕΓΟΜΕΝΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΕΓΟΜΕΝΟ ΕΥΡΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ (T_{set})		
	N	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ (°C)	ΕΥΡΟΣ (°C)
	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΛΗΦΘΕΙΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΕΠΙΛΕΓΟΜΕΝΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ		
Μπάλος	80	34,0 ± 0,4	18,5 - 37,2
Ελαφονήσι	80	34,3 ± 0,2	25,9 - 37,3
Λισσός	80	34,3 ± 0,2	27,4 - 37,4
Θέρισσο	80	33,7 ± 0,4	17,0 - 39,5
Ανώπολη	80	34,0 ± 0,3	24,0 - 39,6
	50% ΕΠΙΛΕΓΟΜΕΝΟ ΕΥΡΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ (T_{set})		
Μπάλος	40	34,8 ± 0,1	33,8 - 35,7
Ελαφονήσι	40	34,6 ± 0,1	33,3 - 35,6
Λισσός	40	34,7 ± 0,1	33,2 - 35,7
Θέρισσο	40	34,4 ± 0,1	33,2 - 35,8
Ανώπολη	40	34,7 ± 0,1	33,1 - 35,9

Παρατηρείται ότι η μέση τιμή του T_{set} των 5 υπό μελέτη πληθυσμών κυμαίνεται από 34,4 έως 34,8°C. Η σύγκριση μεταξύ των T_{set} έδειξε ότι οι θερμικές προτιμήσεις των 5 πληθυσμών δεν διαφέρουν μεταξύ τους (ANOVA, $F_{4, 195}$=1,586, p=0,180). Το ίδιο αποτέλεσμα προκύπτει και από τη σύγκριση των αρχικών 80 τιμών επιλεγόμενων θερμοκρασιών για τους 5 πληθυσμούς (ANOVA, $F_{4, 395}$=0,571, p=0,684).

Προκειμένου να διερευνηθούν τυχόν διαφορές στις θερμικές προτιμήσεις των αρσενικών και των θηλυκών ζώων, υπολογίστηκε ξεχωριστά το T_{set} και η μέση τιμή του, για κάθε φύλο σε κάθε έναν από τους 5 υπό μελέτη πληθυσμούς. Η μέση τιμή των 40 τιμών επιλεγόμενων θερμοκρασιών που ελήφθησαν συνολικά για κάθε φύλο, από κάθε πληθυσμό, η μέση τιμή των 20 κεντρικών τιμών από τις οποίες προσδιορίστηκε το T_{set} κάθε φύλου, καθώς και η σύγκριση (t-test) μεταξύ των τιμών αυτών, για τα δύο φύλα, παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 3.5:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5: Σύγκριση των επιλεγόμενων θερμοκρασιών και του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών (T_{set}) των δύο φύλων, για τους 5 μελετώμενους πληθυσμούς (N: μέγεθος δείγματος).

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΕΠΙΛΕΓΟΜΕΝΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΕΓΟΜΕΝΟ ΕΥΡΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ (T_{set}): ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΤΟ ΦΥΛΟ					
	ΑΡΣΕΝΙΚΑ		ΘΗΛΥΚΑ		t-test	
	N	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ (°C)	N	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ (°C)	t	p
	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΛΗΦΘΕΙΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΕΠΙΛΕΓΟΜΕΝΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ					
Μπάλος	40	34,7 ± 0,3	40	33,3 ± 0,7	1,867	0,066
Ελαφονήσι	40	34,4 ± 0,3	40	34,2 ± 0,3	0,618	0,538
Λισσός	42	33,9 ± 0,4	38	34,8 ± 0,2	-2,130	0,036
Θέρισσο	40	33,5 ± 0,7	40	33,9 ± 0,5	-0,368	0,714
Ανώπολη	40	33,9 ± 0,5	40	34,1 ± 0,4	-0,354	0,724
	50% ΕΠΙΛΕΓΟΜΕΝΟ ΕΥΡΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ (T_{set})					
Μπάλος	20	35,1 ± 0,1	20	34,5 ± 0,1	3,033	0,004
Ελαφονήσι	20	34,7 ± 0,1	20	34,5 ± 0,2	1,231	0,226
Λισσός	20	34,4 ± 0,2	20	35,0 ± 0,1	-2,576	0,014
Θέρισσο	20	34,3 ± 0,1	20	34,7 ± 0,2	-1,914	0,063
Ανώπολη	20	34,8 ± 0,2	20	34,7 ± 0,2	0,057	0,955

Από τον Πίνακα 3.5 παρατηρείται ότι η μέση τιμή του T_{set} κυμαίνεται μεταξύ 34,3 και 35,1°C για τα αρσενικά και μεταξύ 34,5 και 35,0°C για τα θηλυκά ζώα. Ο στατιστικός έλεγχος έδειξε ότι ο παράγοντας φύλο δεν επηρεάζει το T_{set} των 5 πληθυσμών (ANOVA, $F_{1, 198}$=0,107, p=0,744). Εντούτοις, η μετανάλυση έδειξε ότι οι διαφορές το T_{set} των δύο φύλων είναι σημαντικές για τους πληθυσμούς από το Μπάλο (t-test: t=3,033, p=0,004) και τη Λισσό (t-test: t=-2,576, p=0,014).

3.5.1.2 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΩΜΑΤΟΣ (T_b)

Από τις 377 τιμές θερμοκρασίας σώματος (T_b) που ελήφθησαν συνολικά από δραστήρια ζώα στο πεδίο, κατά τη διάρκεια των εαρινών και θερινών δειγματοληψιών, υπολογίστηκε η μέση T_b για κάθε πληθυσμό και εποχή. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 3.6:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.6: Μέση θερμοκρασία σώματος ($\overline{T_b}$) και εύρος τιμών, για τους 5 μελετώμενους πληθυσμούς και τις δύο εποχές δειγματοληψίας (N: μέγεθος δείγματος).

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΩΜΑΤΟΣ (T_b)		
	N	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ (°C)	ΕΥΡΟΣ (°C)
		ΆΝΟΙΞΗ	
Μπάλος	41	30,3 ± 0,3	25,0 - 35,6
Ελαφονήσι	40	31,6 ± 0,4	25,4 - 35,8
Λισσός	35	32,8 ± 0,4	26,8 - 35,8
Θέρισσο	40	32,9 ± 0,4	27,0 - 37,2
Ανώπολη	41	30,5 ± 0,5	22,4 - 36,0
		ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	
Μπάλος	30	34,0 ± 0,5	27,8 - 38,6
Ελαφονήσι	37	35,2 ± 0,4	28,1 - 39,2
Λισσός	43	35,0 ± 0,3	31,0 - 39,6
Θέρισσο	30	34,3 ± 0,4	30,2 - 38,2
Ανώπολη	40	34,1 ± 0,3	29,7 - 37,4

Από την παρατήρηση του Πίνακα 3.6 φαίνεται ότι η μέση τιμή της θερμοκρασίας σώματος των σαυρών των 5 μελετώμενων πληθυσμών κυμάνθηκε από 30,3 έως 32,9°C κατά την περίοδο της άνοιξης και μεταξύ 34,0 και 35,2°C το καλοκαίρι. Ο στατιστικός έλεγχος έδειξε ότι οι $\overline{T_b}$ που εμφανίζουν τα ζώα διαφέρουν μεταξύ των δύο εποχών (ANOVA, $F_{1, 375}$=133,620, p<<0,05) και για τους 5 πληθυσμούς (t-test, Μπάλος: t=-6,433, p<<0,05, Ελαφονήσι: t=-6,904, p<<0,05, Λισσός: t=-4,597, p<<0,05, Θέρισσο: t=-2,821, p=0,014, Ανώπολη: t=-5,904, p<<0,05). Σημαντικές διαφορές εμφανίζουν οι $\overline{T_b}$ και μεταξύ των 5 πληθυσμών κατά τη διάρκεια της άνοιξης (ANOVA, $F_{4, 192}$=9,178, p<<0,05), ενώ η μετανάλυση έδειξε ότι τα ζώα από το Μπάλο και την Ανώπολη εμφανίζουν χαμηλότερες $\overline{T_b}$ κατά τη διάρκεια της άνοιξης από αυτά της Λισσού και του Θερίσσου (Tuckey HSD,

Μπάλος-Λισσός: p<<0,05, Μπάλος-Θέρισσο: p<<0,05, Ανώπολη-Λισσός: p=0,001, Ανώπολη-Θέρισσο: p<<0,05). Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού οι $\overline{T_b}$ των 5 πληθυσμών δεν διαφέρουν σημαντικά (ANOVA, $F_{4,\ 175}$=2,334, p=0,057).

Προκειμένου να διερευνηθούν τυχόν διαφορές στις θερμοκρασίες που εμφανίζουν στο πεδίο τα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα, υπολογίστηκε η μέση T_b για κάθε φύλο, πληθυσμό και εποχή ξεχωριστά. Τα αναλυτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.7:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.7: Σύγκριση των θερμοκρασιών σώματος των δύο φύλων, για τους 5 μελετώμενους πληθυσμούς και τις δύο εποχές δειγματοληψίας (N: μέγεθος δείγματος).

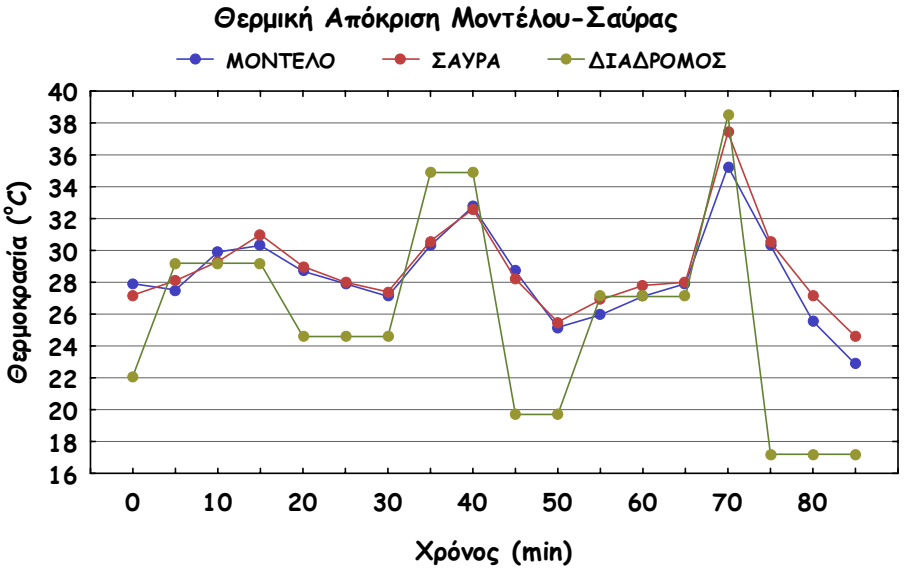
ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΩΜΑΤΟΣ (T_b): ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΤΟ ΦΥΛΟ					
	ΑΡΣΕΝΙΚΑ		ΘΗΛΥΚΑ		t-test	
	N	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ (°C)	N	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ (°C)	t	p
			ΑΝΟΙΞΗ			
Μπάλος	28	30,6 ± 0,5	13	29,8 ± 0,5	1,034	0,308
Ελαφονήσι	26	32,2 ± 0,3	14	30,4 ± 0,8	-2,505	0,017
Λισσός	15	33,5 ± 0,6	20	32,3 ± 0,5	1,602	0,119
Θέρισσο	26	32,6 ± 0,5	14	33,5 ± 0,6	-1,215	0,232
Ανώπολη	22	31,3 ± 0,7	19	29,6 ± 0,7	-1,707	0,096
			ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ			
Μπάλος	15	34,5 ± 0,5	14	33,7 ± 0,9	-0,860	0,397
Ελαφονήσι	22	35,1 ± 0,5	14	35,6 ± 0,5	-0,623	0,537
Λισσός	29	35,3 ± 0,3	7	34,7 ± 0,6	0,897	0,376
Θέρισσο	16	34,8 ± 0,6	14	33,6 ± 0,4	1,721	0,096
Ανώπολη	20	34,9 ± 0,4	15	33,7 ± 0,4	2,042	0,049

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.7, κατά την περίοδο της άνοιξης η $\overline{T_b}$ των αρσενικών σαυρών κυμάνθηκε από 30,6 έως 33,5°C, ενώ των θηλυκών από 29,6 έως 33,5°C. Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των $\overline{T_b}$ των δύο φύλων την άνοιξη παρουσιάζουν μόνο τα ζώα από το Ελαφονήσι (t-test: t=-2,505, p=0,017), όπου η $\overline{T_b}$ των αρσενικών εμφανίζεται κατά περίπου 1,8°C υψηλότερη από αυτή των θηλυκών.

Αντίστοιχα, κατά τη θερινή περίοδο η $\overline{T_b}$ των αρσενικών κυμάνθηκε από 34,5 έως 35,3°C, ενώ των θηλυκών από 33,6 έως 35,6°C. Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των $\overline{T_b}$ των δύο φύλων το καλοκαίρι παρουσιάζουν μόνο τα ζώα από την Ανώπολη (t-test: t=2,042, p=0,049), όπου η $\overline{T_b}$ των αρσενικών εμφανίζεται κατά περίπου 1,2°C υψηλότερη από αυτή των θηλυκών.

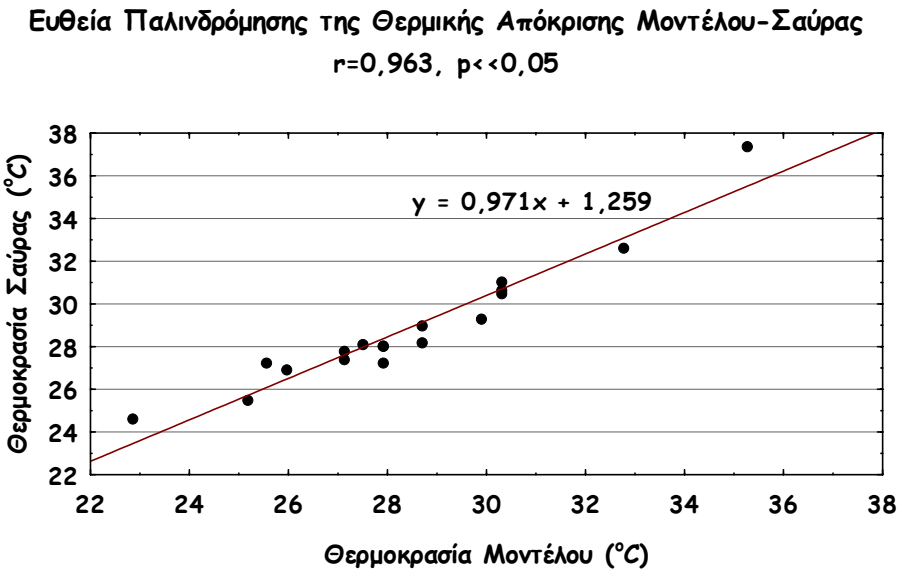
3.5.1.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ (T_e)

Οι τιμές θερμοκρασίας του μοντέλου και της σαύρας που καταγράφηκαν, προκειμένου να αποσαφηνιστεί η ακριβής θερμική σχέση των μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν ως «θερμόμετρα λειτουργικών θερμοκρασιών» και του μελετώμενου είδους σαύρας, καθώς και οι θερμοκρασίες του διαδρόμου θερμοκρασιακής κλίσης στις αντίστοιχες θέσεις, απεικονίζονται γραφικά στο Διάγραμμα 3.7:



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.7: Γραφική απεικόνιση της θερμικής απόκρισης ενός από τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν ως «θερμόμετρα λειτουργικών θερμοκρασιών» και μιας από τις μελετώμενες σαύρες, κατά την μετακίνησή τους σε θέσεις διαφορετικής θερμοκρασίας μέσα σε διάδρομο σταθερής θερμοκρασιακής κλίσης.

Από το συσχετισμό των τιμών θερμοκρασίας μοντέλου και σαύρας που φαίνονται στο παραπάνω διάγραμμα, κατασκευάστηκε η ευθεία παλινδρόμησης που παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 3.8:



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.8: Ευθεία παλινδρόμησης που προέκυψε από το συσχετισμό της θερμικής απόκρισης μοντέλου και σαύρας στις μεταβολές της θερμοκρασίας περιβάλλοντος.

Οι τιμές θερμοκρασίας μοντέλου και σαύρας εμφανίζουν σημαντική συσχέτιση ($r=0,963$, $p<<0,05$). Η εξίσωση της ευθείας παλινδρόμησης του Διαγράμματος 3.8 περιγράφει την ακριβή σχέση της θερμικής προσομοίωσης των μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν και των μελετώμενων σαυρών. Στο εξής όταν αναφέρεται ο όρος «λειτουργικές θερμοκρασίες, T_e», εννοούνται οι τιμές που ελήφθησαν με τα μοντέλα στο πεδίο, διορθωμένες με την παρακάτω Εξίσωση (3.1):

$$T_e=0,971\times[\text{ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ}]+1,259 \qquad (3.1)$$

Η μέση τιμή, το εύρος και η διακύμανση (Variance) των λειτουργικών θερμοκρασιών (T_e) που καταγράφηκαν σε κάθε μια από τις 5 περιοχές μελέτης, κατά τη διάρκεια των εαρινών και των θερινών δειγματοληψιών, παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.8 που ακολουθεί:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.8: Μέση λειτουργική θερμοκρασία ($\overline{T_e}$), εύρος τιμών και διακύμανση, για τους 5 μελετώμενους πληθυσμούς και τις δύο εποχές δειγματοληψίας (N: μέγεθος δείγματος).

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ (T_e)			
	N	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ (°C)	ΕΥΡΟΣ (°C)	VARIANCE
		ΑΝΟΙΞΗ		
Μπάλος	539	28,7 ± 0,2	19,7 - 44,1	30,5
Ελαφονήσι	539	29,3 ± 0,3	16,8 - 49,4	43,1
Λισσός	539	29,4 ± 0,3	20,8 - 51,4	37,8
Θέρισσο	539	29,5 ± 0,3	16,4 - 51,8	50,1
Ανώπολη	539	23,6 ± 0,3	11,5 - 39,0	36,1
		ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ		
Μπάλος	550	34,5 ± 0,2	24,4 - 48,6	22,8
Ελαφονήσι	550	38,0 ± 0,3	25,9 - 57,0	41,9
Λισσός	550	33,2 ± 0,3	22,7 - 55,6	40,8
Θέρισσο	550	35,5 ± 0,5	15,5 - 65,1	120,0
Ανώπολη	550	32,0 ± 0,4	15,2 - 51,7	69,4

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.8, η $\overline{T_e}$ των 5 περιοχών μελέτης κυμάνθηκε από 23,6 έως 29,5°C κατά την εαρινή περίοδο και μεταξύ 32,0 και 38,0°C κατά τη θερινή. Ο στατιστικός έλεγχος έδειξε σημαντική εποχιακή διαφοροποίηση στις $\overline{T_e}$ των 5 περιοχών μελέτης (ANOVA, $F_{1, 5443}$=1072,900, p<<0,05), με όλες τις περιοχές να εμφανίζουν χαμηλότερες $\overline{T_e}$ κατά τη διάρκεια της άνοιξης (t-test, Μπάλος: t=-18,569, p<<0,05, Ελαφονήσι: t=-22,046, p<<0,05, Λισσός: t=-9,933, p<<0,05, Θέρισσο: t=-10,688, p<<0,05, Ανώπολη: t=-18,956, p<<0,05).

Επίσης σημαντικές είναι και οι διαφορές μεταξύ των $\overline{T_e}$ των 5 περιοχών μελέτης, τόσο την άνοιξη (ANOVA, $F_{4, 2690}$=88,444, p<<0,05), όσο και το καλοκαίρι (ANOVA, $F_{4, 2745}$=50,476, p<<0,05).

Σύμφωνα με τη μετανάλυση, την άνοιξη η $\overline{T_e}$ της Ανώπολης είναι σημαντικά χαμηλότερη από αυτές των υπόλοιπων 4 περιοχών (Tuckey HSD, Ανώπολη-Μπάλος: p<<0,05, Ανώπολη-Ελαφονήσι: p<<0,05, Ανώπολη-Λισσός: p<<0,05 και Ανώπολη-Θέρισσο: p<<0,05), ενώ οι $\overline{T_e}$ των υπόλοιπων τεσσάρων περιοχών μελέτης δεν διαφέρουν μεταξύ τους (ANOVA, $F_{3, 2152}$=2,070, p=0,102).

Το καλοκαίρι, οι $\overline{T_e}$ από τη Λισσό και την Ανώπολη εμφανίζονται χαμηλότερες από αυτές των υπολοίπων περιοχών (Tuckey HSD, Λισσός-Μπάλος: p=0,048, Λισσός-Ελαφονήσι: p<<0,05, Λισσός-Θέρισσο: p=0,003 και Ανώπολη-Μπάλος: p<<0,05, Ανώπολη-Ελαφονήσι: p<<0,05, Ανώπολη-Θέρισσο: p<<0,05), ενώ η $\overline{T_e}$ από το Ελαφονήσι εμφανίζεται υψηλότερη (Tuckey HSD, Ελαφονήσι-Μπάλος: p<<0,05, Ελαφονήσι-Λισσός: p<<0,05, Ελαφονήσι-Θέρισσο: p<<0,05 και Ελαφονήσι-Ανώπολη: p<<0,05). Ο Μπάλος με το Θέρισσο και η Ανώπολη με τη Λισσό εμφανίζουν παραπλήσιες $\overline{T_e}$ (Tuckey HSD, Μπάλος-Θέρισσο: p=0,147, Λισσός-Ανώπολη: p=0,057). Παρατηρείται επίσης ότι το Θέρισσο, αν και δεν εμφανίζει την υψηλότερη $\overline{T_e}$, εμφανίζει τις υψηλότερες τιμές T_e (έως 65,1^oC), ενώ και η διακύμανση των λειτουργικών θερμοκρασιών του είναι ιδιαίτερα αυξημένη (Variance T_e=120,0).

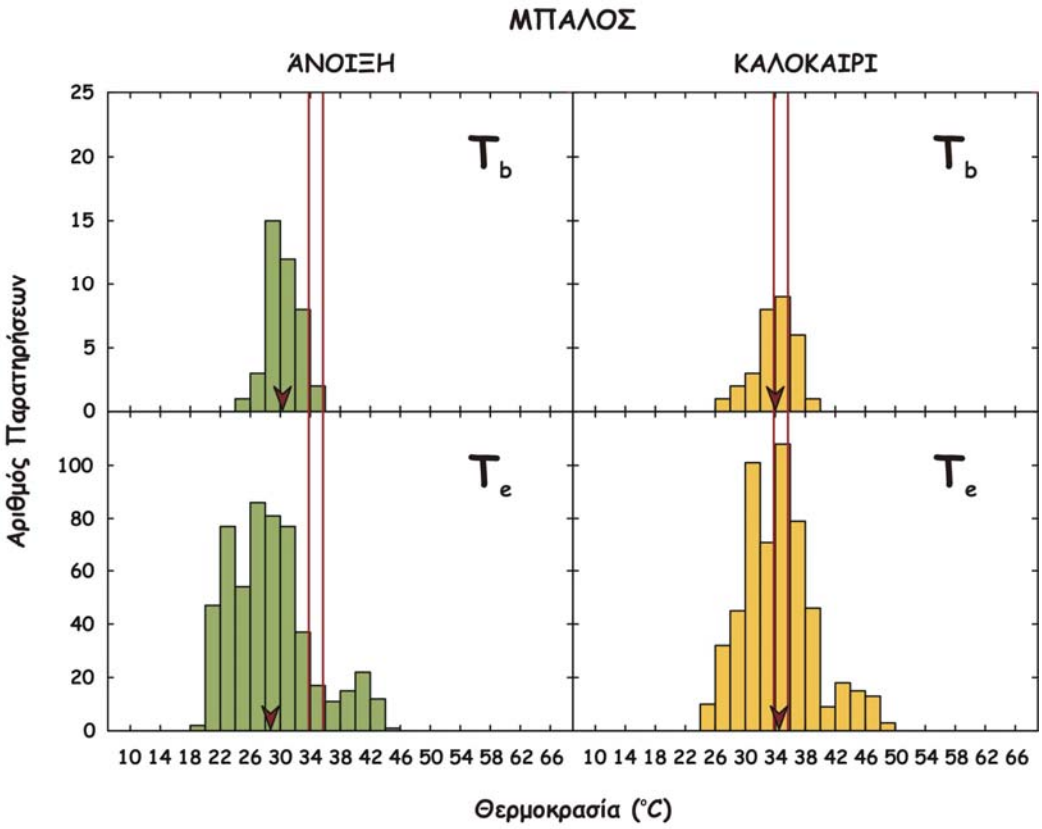
3.5.2 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΘΕΡΜΟΡΥΘΜΙΣΗΣ

3.5.2.1 ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΤΩΝ T_b ΚΑΙ T_e ΚΑΙ Η ΣΧΕΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΟ T_{set}

Οι θερμοκρασίες σώματος (T_b) που οι σαύρες εμφανίζουν στο πεδίο δεν είναι πάντα μέσα στα όρια του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών (T_{set}). Οι διαθέσιμες λειτουργικές θερμοκρασίες (T_e) που, όπως αναφέρθηκε, απεικονίζουν την κατανομή των θερμοκρασιών σώματος που θα είχαν οι σαύρες εάν δεν θερμορύθμιζαν, μπορεί να απέχουν από το T_{set}. Συγκρίνοντας τις τιμές των T_b και T_e που καταγράφηκαν για τους 5 πληθυσμούς κατά τη διάρκεια των δύο εποχών δειγματοληψίας, με τα όρια του T_{set} τους, υπολογίστηκαν τα ποσοστά των τιμών των T_b και T_e που βρίσκονται κάτω, μέσα και πάνω από το T_{set}. Τα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.9, ενώ οι κατανομές των T_b και T_e και η σχέση τους με το T_{set}, απεικονίζονται γραφικά στα Διαγράμματα 3.9-3.13 που ακολουθούν:

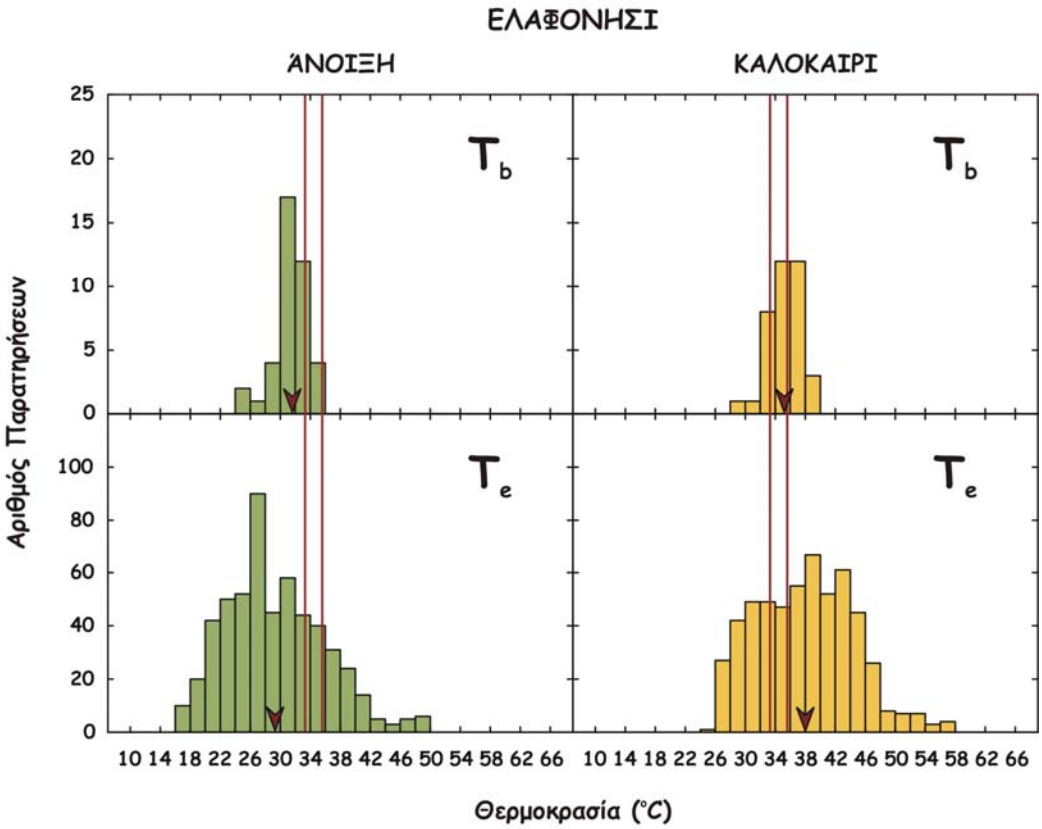
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.9: % Ποσοστό των θερμοκρασιών σώματος (T_b) και των λειτουργικών θερμοκρασιών (T_e) που βρίσκονται κάτω, μέσα και πάνω από το επιλεγόμενο εύρος θερμοκρασιών (T_{set}), για τους 5 μελετώμενους πληθυσμούς και τις δύο εποχές δειγματοληψίας.

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	% ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΩΝ T_b ΚΑΙ T_e ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ ΚΑΤΩ, ΜΕΣΑ ΚΑΙ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟ T_{set}					
	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΩΜΑΤΟΣ (T_b)			ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ (T_e)		
	$<T_{set}$	ΜΕΣΑ ΣΤΟ T_{set}	$>T_{set}$	$<T_{set}$	ΜΕΣΑ ΣΤΟ T_{set}	$>T_{set}$
			ΑΝΟΙΞΗ			
Μπάλος	95	5	0	84	4	12
Ελαφονήσι	75	23	2	74	9	17
Λισσός	54	40	6	77	10	13
Θέρισσο	47	45	8	75	8	17
Ανώπολη	73	25	2	94	4	2
			ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ			
Μπάλος	40	33	27	46	18	36
Ελαφονήσι	19	32	49	27	9	64
Λισσός	14	53	33	57	12	30
Θέρισσο	33	50	17	49	10	41
Ανώπολη	30	48	22	56	8	36



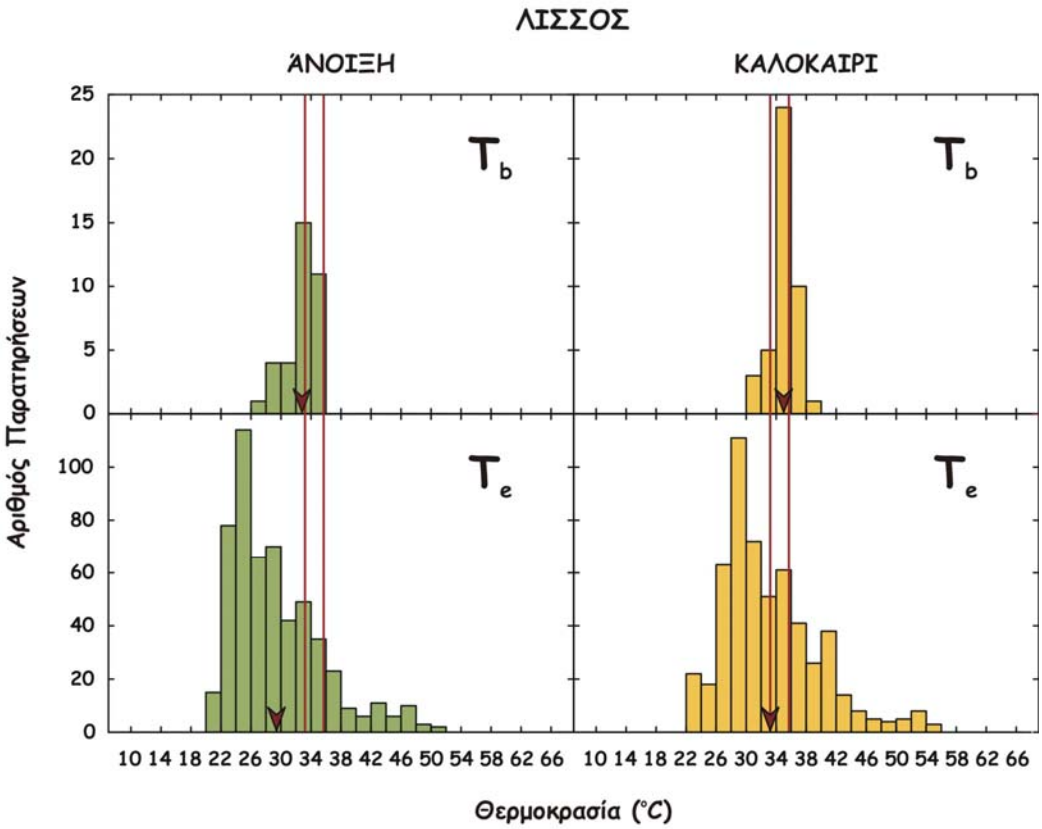
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.9: Κατανομή των θερμοκρασιών σώματος (T_b) και των λειτουργικών θερμοκρασιών (T_e) για τον πληθυσμό του Μπάλου, κατά τις δύο εποχές δειγματοληψίας. Οι κόκκινες γραμμές υποδηλώνουν τα όρια του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών (T_{set}), ενώ το κόκκινο βέλος αντιστοιχεί στη μέση τιμή των T_b ή T_e.

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 3.9, η $\overline{T_b}$ και η $\overline{T_e}$ του πληθυσμού του Μπάλου βρίσκεται μέσα στα όρια του T_{set} μόνο το καλοκαίρι, ενώ την άνοιξη βρίσκονται σε αρκετά χαμηλότερα από το κάτω όριο του T_{set} επίπεδα. Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 3.9, την άνοιξη μόλις το % των T_b του πληθυσμού βρίσκονται μέσα στο T_{set}, ενώ όλες οι υπόλοιπες τιμές είναι χαμηλότερες, παρά το γεγονός ότι το 16% των T_e που καταγράφηκαν την εποχή αυτή βρίσκεται μέσα ή πάνω από το T_{set}. Το καλοκαίρι ο πληθυσμός πετυχαίνει το 33% των T_b του μέσα στο T_{set}, καθώς το 18% των T_e στην περιοχή βρίσκονται μέσα στο T_{set}, ενώ οι υπόλοιπες τιμές είναι σχεδόν μοιρασμένες γύρω από αυτό.



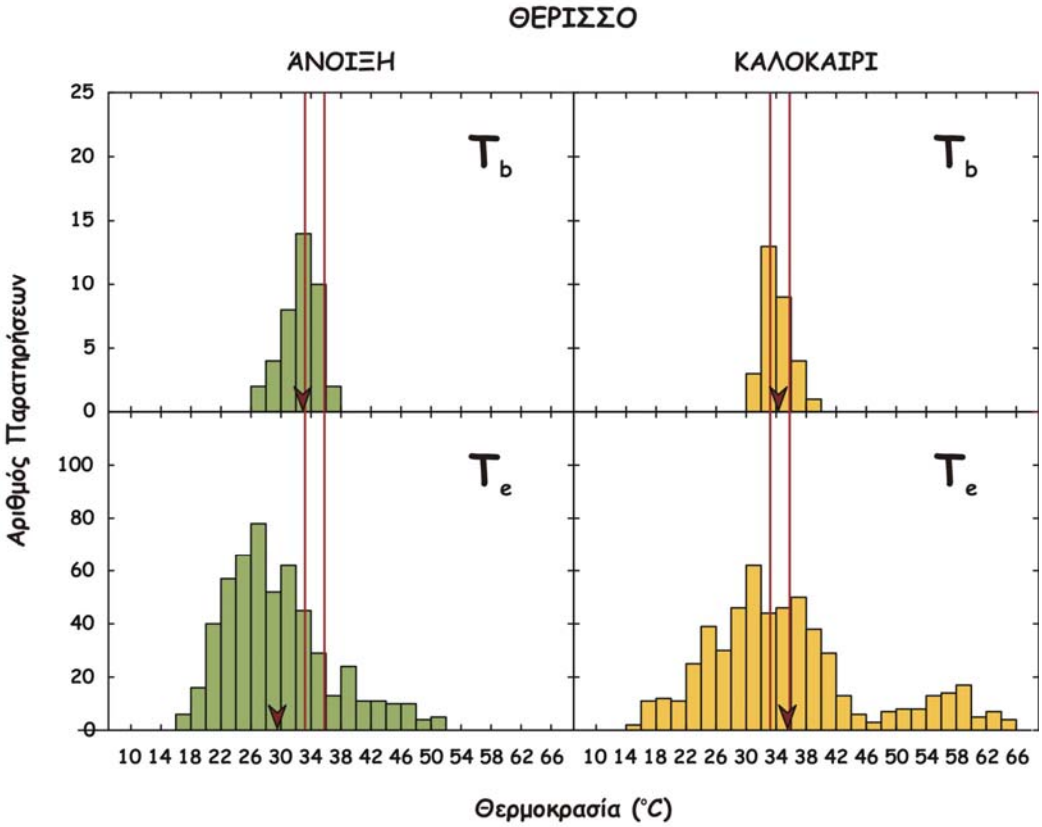
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.10: Κατανομή των θερμοκρασιών σώματος (T_b) και των λειτουργικών θερμοκρασιών (T_e) για τον πληθυσμό από το Ελαφονήσι, κατά τις δύο εποχές δειγματοληψίας. Οι κόκκινες γραμμές υποδηλώνουν τα όρια του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών (T_{set}), ενώ το κόκκινο βέλος αντιστοιχεί στη μέση τιμή των T_b ή T_e.

Από τον Πίνακα 3.9 και το Διάγραμμα 3.10 παρατηρείται ότι η $\overline{T_b}$ του πληθυσμού από το Ελαφονήσι βρίσκεται μέσα στα όρια του T_{set} το καλοκαίρι, παρά το γεγονός ότι η $\overline{T_e}$ είναι υψηλότερη από το άνω όριο του T_{set} (64%T_e>T_{set}). Την εποχή αυτή ο πληθυσμός πετυχαίνει το 32% των T_b του μέσα στο T_{set}, ενώ αρκετά υψηλό είναι το ποσοστό των T_b που υπερβαίνει το T_{set} (49%). Την άνοιξη τόσο η $\overline{T_b}$, όσο και $\overline{T_e}$ βρίσκονται κάτω από το κάτω όριο του T_{set}, ενώ το ποσοστό των T_b που υπερβαίνει το κάτω όριο του T_{set} είναι σχετικά χαμηλό (25%).



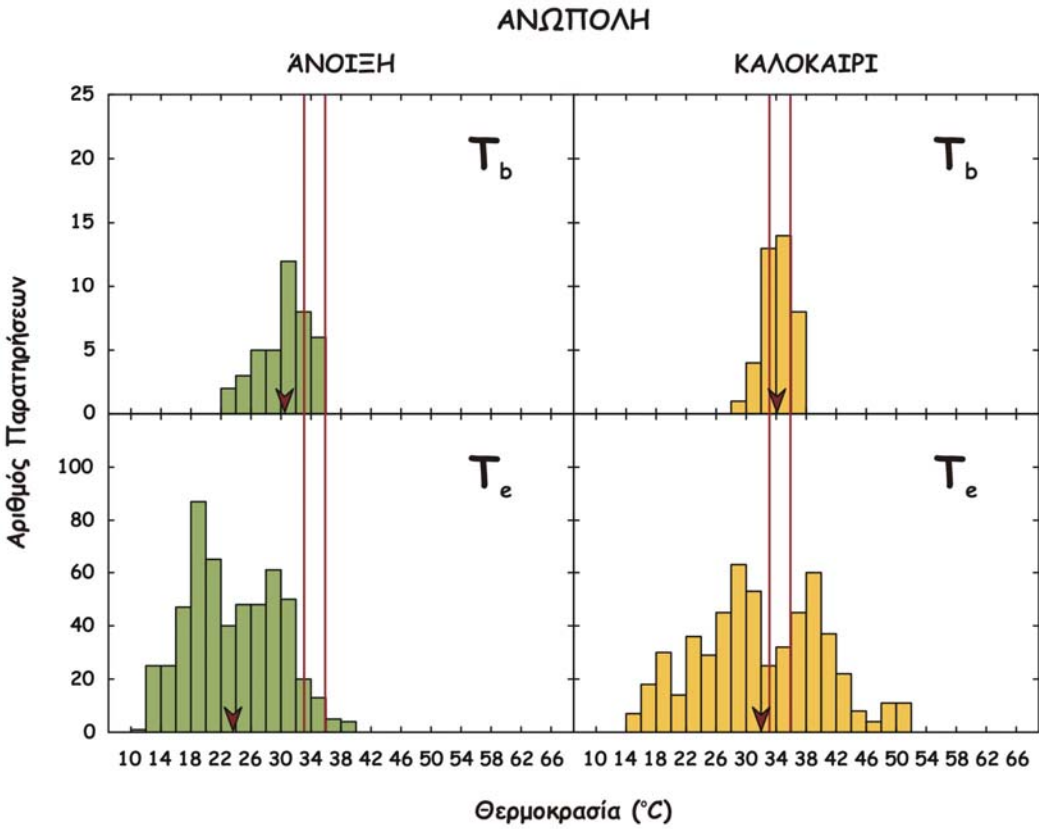
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.11: Κατανομή των θερμοκρασιών σώματος (T_b) και των λειτουργικών θερμοκρασιών (T_e) για τον πληθυσμό της Λισσού, κατά τις δύο εποχές δειγματοληψίας. Οι κόκκινες γραμμές υποδηλώνουν τα όρια του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών (T_{set}), ενώ το κόκκινο βέλος αντιστοιχεί στη μέση τιμή των T_b ή T_e.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.9 και το Διάγραμμα 3.11, την άνοιξη η $\overline{T_b}$ του πληθυσμού της Λισσού βρίσκεται λίγο κάτω από το κάτω όριο του T_{set}, καθώς ο πληθυσμός πετυχαίνει το 40% των T_b του μέσα στο T_{set}, ενώ η $\overline{T_e}$ είναι αρκετά χαμηλότερη από το κάτω όριο του T_{set} (74%T_e<T_{set}). Το καλοκαίρι τόσο η $\overline{T_b}$ όσο και η $\overline{T_e}$ βρίσκονται μέσα στα όρια του T_{set}. Την εποχή αυτή, μόλις το 14% των T_b του πληθυσμού βρίσκεται κάτω από τα όρια του T_{set}, παρά το γεγονός ότι οι T_e που δεν το υπερβαίνουν είναι αρκετά περισσότερες (57%).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.12: Κατανομή των θερμοκρασιών σώματος (T_b) και των λειτουργικών θερμοκρασιών (T_e) για τον πληθυσμό του Θερίσσου, κατά τις δύο εποχές δειγματοληψίας. Οι κόκκινες γραμμές υποδηλώνουν τα όρια του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών (T_{set}), ενώ το κόκκινο βέλος αντιστοιχεί στη μέση τιμή των T_b ή T_e.

Από τον Πίνακα 3.9 και το Διάγραμμα 3.12 παρατηρείται ότι η $\overline{T_b}$ του πληθυσμού από το Θέρισσο είναι λίγο χαμηλότερη από το κάτω όριο του T_{set} την άνοιξη (47%T_b<T_{set}), ενώ την ίδια εποχή η $\overline{T_e}$ είναι αρκετά χαμηλότερη από το κάτω όριο του T_{set} (75%T_e<T_{set}). Το καλοκαίρι η $\overline{T_e}$ βρίσκεται μέσα στα όρια του T_{set} και ο πληθυσμός πετυχαίνει το 50% των T_b του μέσα στο T_{set}.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.13: Κατανομή των θερμοκρασιών σώματος (T_b) και των λειτουργικών θερμοκρασιών (T_e) για τον πληθυσμό της Ανώπολης, κατά τις δύο εποχές δειγματοληψίας. Οι κόκκινες γραμμές υποδηλώνουν τα όρια του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών (T_{set}), ενώ το κόκκινο βέλος αντιστοιχεί στη μέση τιμή των T_b ή T_e.

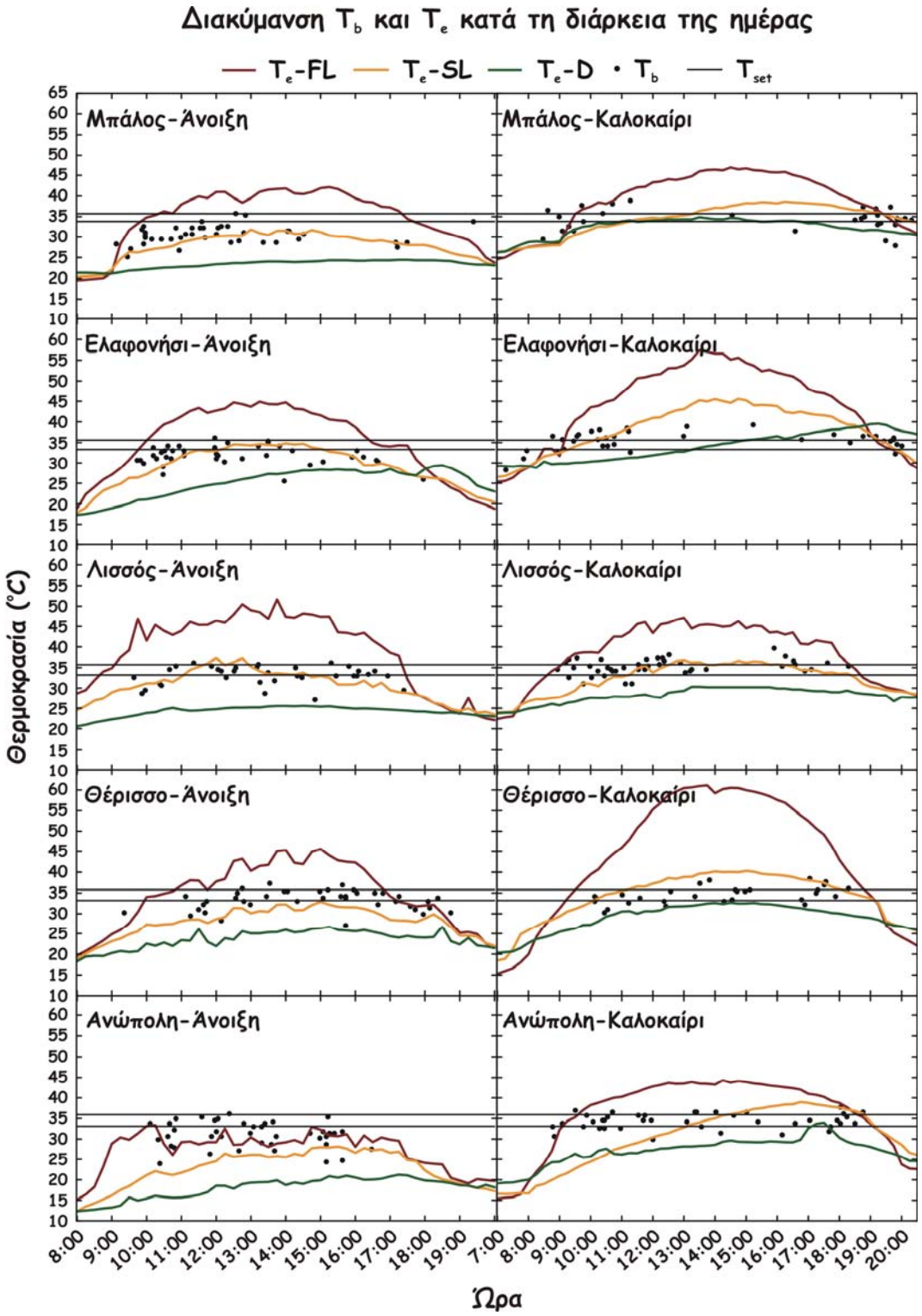
Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.9 και το Διάγραμμα 3.13, η $\overline{T_b}$ του πληθυσμού της Ανώπολης βρίσκεται μέσα στα όρια του T_{set} το καλοκαίρι (48% των T_b μέσα στο T_{set}), παρά το γεγονός ότι η $\overline{T_e}$ είναι χαμηλότερη από το κάτω όριο του T_{set} (56%T_e<T_{set}). Την άνοιξη, η $\overline{T_b}$ και πολύ περισσότερο η $\overline{T_e}$ βρίσκονται κάτω από το κάτω όριο του T_{set} (73%T_b<T_{set} και 94%T_e<T_{set}).

Συνολικά, από τα Διαγράμματα 3.9-3.13 παρατηρείται ότι για όλους τους πληθυσμούς η μέση τιμή των θερμοκρασιών σώματος ($\overline{T_b}$) βρίσκεται μέσα στα όρια του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών (T_{set}) μόνο το καλοκαίρι, ενώ την άνοιξη είναι χαμηλότερη από το κάτω όριο του T_{set}. Ακόμα παρατηρείται ότι όλοι οι πληθυσμοί επιτυγχάνουν υψηλότερες $\overline{T_b}$ σε σχέση με τις μέσες διαθέσιμες λειτουργικές θερμοκρασίες ($\overline{T_e}$) την άνοιξη.

3.5.2.2 ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΩΝ T_b ΚΑΙ T_e

Όπως αναφέρθηκε, η τοποθέτηση των μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν ως «θερμόμετρα λειτουργικών θερμοκρασιών» στον πεδίο, έγινε με στόχο την κάλυψη όσο το δυνατόν περισσότερων μικροκλιματικών συνθηκών. Για το λόγο αυτό, οι θέσεις στις οποίες τοποθετούνταν τα μοντέλα επιλέγονταν έτσι ώστε να καλύπτουν τρεις διαφορετικές καταστάσεις φωτισμού: άμεση έκθεση στον ήλιο (*Full Light*, FL), ημίφως (*Semi-Light*, SL), και σκοτάδι (*Dark*, D). Προκειμένου να εξασφαλιστεί η όσο το δυνατόν καλύτερη ταξινόμηση των τιμών των λειτουργικών θερμοκρασιών, στις 3 κλάσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, έγινε ανάλυση ομαδοποίησης (*Cluster Analysis*) των μετρήσεων των (11 για τις εαρινές και 10 για τις θερινές δειγματοληψίες) αισθητήρων.

Στο παρακάτω Διάγραμμα 3.14 απεικονίζεται γραφικά η ημερήσια διακύμανση των θερμοκρασιών σώματος (T_b), καθώς και των τριών κλάσεων των λειτουργικών θερμοκρασιών (T_e) (FL, SL και D), που παριστάνονται από την κόκκινη, την κίτρινη και την πράσινη γραμμή αντίστοιχα. Οι μαύρες γραμμές υποδηλώνουν τα όρια του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών (T_{set}).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.14: Ημερήσια διακύμανση των θερμοκρασιών σώματος (T_b) και των λειτουργικών θερμοκρασιών (T_e), για τους 5 υπό μελέτη πληθυσμούς και τις δύο εποχές δειγματοληψίας.

3.5.2.3 ΔΕΙΚΤΕΣ ΘΕΡΜΟΡΥΘΜΙΣΗΣ

Προκειμένου να εκτιμηθεί το πρότυπο θερμορύθμισης που ακολουθούν οι 5 υπό μελέτη πληθυσμοί σαυρών, υπολογίστηκε ο δείκτης ακρίβειας της θερμορύθμισης, δηλαδή η διακύμανση των θερμοκρασιών σώματος (Variance T_b), ο δείκτης ευστοχίας της θερμορύθμισης ($\bar{d}_b$), δηλαδή η μέση απόλυτη απόκλιση μεταξύ των θερμοκρασιών σώματος (T_b) και του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών (T_{set}), ο δείκτης θερμικής ποιότητας του περιβάλλοντος ($\bar{d}_e$), δηλαδή η μέση απόλυτη απόκλιση μεταξύ των λειτουργικών θερμοκρασιών (T_e) και του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών (T_{set}), καθώς και ο δείκτης αποτελεσματικότητας της θερμορύθμισης ($E=1-\bar{d}_b/\bar{d}_e$). Σύμφωνα με τους Hertz *et al.* (1993) το ιδανικό θα ήταν η μέτρηση των T_e, T_b και T_{set} να γίνονταν ταυτόχρονα. Στην παρούσα εργασία, το επιλεγόμενο εύρος θερμοκρασιών (T_{set}), προσδιορίστηκε μόνο το καλοκαίρι. Επομένως, η εκτίμηση των τιμών των δεικτών $\bar{d}_e$, $\bar{d}_b$ και E για τις ανοιξιάτικες δειγματοληψίες εμπεριέχει την παραδοχή ότι το T_{set} δεν διαφέρει μεταξύ των δύο αυτών εποχών.

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 3.10. Υπενθυμίζεται ότι όσο υψηλότερες είναι οι τιμές των δεικτών Variance T_b, $\bar{d}_b$ και $\bar{d}_e$, τόσο χαμηλότερη είναι αντίστοιχα η ακρίβεια και η ευστοχία της θερμορύθμισης και η θερμική ποιότητα του περιβάλλοντος, ενώ ο δείκτης (E), που παίρνει τιμές μεταξύ 0 και 1, περιγράφει ευθέως ανάλογα την αποτελεσματικότητα της θερμορύθμισης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.10: Τιμές του δείκτη θερμικής ποιότητας του περιβάλλοντος ($\bar{d}_e$) και των δεικτών ακρίβειας (Variance T_b), ευστοχίας ($\bar{d}_b$) και αποτελεσματικότητας (E) της θερμορύθμισης, για τους 5 μελετώμενους πληθυσμούς και τις δύο εποχές δειγματοληψίας.

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΔΕΙΚΤΕΣ ΘΕΡΜΟΡΥΘΜΙΣΗΣ			
	VARIANCE T_b	$\bar{d}_b$ (°C)	$\bar{d}_e$ (°C)	E
		ΆΝΟΙΞΗ		
Μπάλος	5,01	3,56 ± 0,33	6,38 ± 0,16	0,44
Ελαφονήσι	5,54	1,97 ± 0,32	5,93 ± 0,19	0,67
Λισσός	4,99	1,03 ± 0,28	5,79 ± 0,16	0,82
Θέρισσο	5,42	1,11 ± 0,25	6,23 ± 0,18	0,82
Ανώπολη	11,46	2,91 ± 0,47	9,66 ± 0,25	0,70
		ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ		
Μπάλος	6,96	1,27 ± 0,29	2,84 ± 0,12	0,55
Ελαφονήσι	5,06	0,95 ± 0,20	4,92 ± 0,18	0,81
Λισσός	3,44	0,62 ± 0,14	4,15 ± 0,16	0,85
Θέρισσο	4,07	0,62 ± 0,16	7,03 ± 0,31	0,91
Ανώπολη	3,45	0,49 ± 0,13	5,91 ± 0,20	0,92

Ο στατιστικός έλεγχος έδειξε ότι η θερμική ποιότητα του περιβάλλοντος (δείκτης $\bar{d}_e$) διαφέρει σημαντικά μεταξύ των δύο εποχών τόσο συνολικά (ANOVA, $F_{1,\ 5443}$=195,580, p<<0,05), όσο και για κάθε μια από τις περιοχές μελέτης ξεχωριστά (t-test άνοιξη-καλοκαίρι, Μπάλος: t=17,453, p<<0,05, Ελαφονήσι: t=3,886, p<<0,05, Λισσός: t=7,363, p<<0,05, Θέρισσο: t=-2,229, p=0,026, Ανώπολη: t=11,761, p<<0,05). Με εξαίρεση το Θέρισσο, όλες οι περιοχές φαίνεται να είναι θερμικά καταλληλότερες (χαμηλότερη τιμή $\bar{d}_e$) για την *P. cretensis* το καλοκαίρι παρά την άνοιξη (βλ. Πίνακα 3.10).

Η εποχή φαίνεται να επηρεάζει και την ευστοχία της θερμορύθμισης (δείκτης $\bar{d}_b$) του μελετώμενου είδους (ANOVA, $F_{1,\ 375}$=51,972, p<<0,05). Συγκεκριμένα, τα ζώα από το Μπάλο, το Ελαφονήσι και την Ανώπολη εμφανίζουν μεγαλύτερη ευστοχία στη θερμορύθμιση (χαμηλότερη τιμή $\bar{d}_b$) το καλοκαίρι σε σχέση με την άνοιξη (t-test άνοιξη-καλοκαίρι, Μπάλος: t=5,011, p<<0,05, Ελαφονήσι: t=2,656, p=0,010, Ανώπολη: t=4,930, p<<0,05), ενώ τα ζώα από τη Λισσό και το Θέρισσο φαίνεται να μην επηρεάζονται σημαντικά από την εποχή (t-test άνοιξη-καλοκαίρι, Λισσός: t=1,369, p=0,175, Θέρισσο: t=1,517, p=0,134).

Μεταξύ των 5 περιοχών μελέτης παρατηρείται διαφορά στη θερμική ποιότητα τόσο την άνοιξη (ANOVA, $F_{4,\ 2690}$=72,069, p<<0,05), όσο και το καλοκαίρι (ANOVA, $F_{4,\ 2745}$=62,181, p<<0,05). Η μετανάλυση έδειξε ότι η μόνη περιοχή που διαφέρει σημαντικά από τις υπόλοιπες την άνοιξη είναι η Ανώπολη (Tuckey HSD, Ανώπολη-Μπάλος: p<<0,05, Ανώπολη-Ελαφονήσι: p<<0,05, Ανώπολη-Λισσός: p<<0,05, Ανώπολη-Θέρισσο: p<<0,05), η οποία εμφανίζει χαμηλότερη θερμική ποιότητα για το μελετώμενο είδος, συγκριτικά με τις υπόλοιπες 4 περιοχές. Το καλοκαίρι, όλες οι περιοχές εμφανίζουν σημαντική διαφορά μεταξύ τους, ως προς τη θερμική τους ποιότητα (Tuckey HSD, p<0,05 για όλους τους συνδυασμούς), με εξαίρεση το Ελαφονήσι με τη Λισσό (Tuckey HSD, Ελαφονήσι-Λισσός: p=0,061). Συγκεκριμένα, περισσότερο κατάλληλος για τη θερμορύθμιση της *P. cretensis* εμφανίζεται ο Μπάλος, ενώ ακολουθούν το Ελαφονήσι με τη Λισσό, η Ανώπολη και τέλος το Θέρισσο, το οποίο φαίνεται να είναι η λιγότερο ευνοϊκή περιοχή κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (βλ. Πίνακα 3.10).

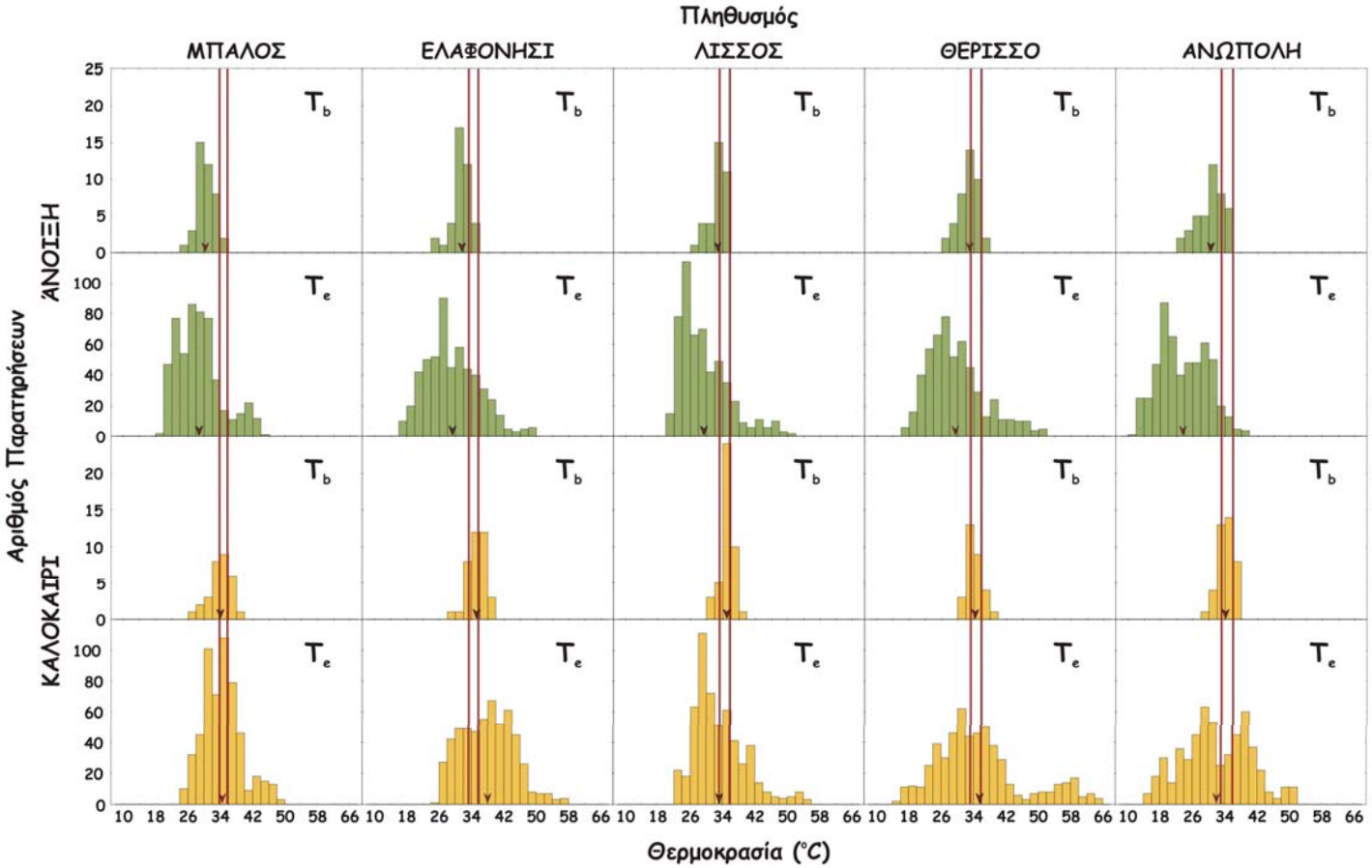
Διαφορές στην ευστοχία της θερμορύθμισης μεταξύ των 5 πληθυσμών παρατηρούνται την άνοιξη (ANOVA, $F_{4,\ 192}$=10,392, p<<0,05), αλλά και το καλοκαίρι (ANOVA, $F_{4,\ 175}$=2,789, p=0,028). Η μετανάλυση έδειξε ότι την άνοιξη, οι πληθυσμοί από το Μπάλο και την Ανώπολη θερμορυθμίζουν με σημαντικά μικρότερη ευστοχία (υψηλότερη τιμή $\bar{d}_b$), σε σχέση με αυτούς από τη Λισσό και το Θέρισσο (Tuckey HSD, Μπάλος-Λισσός: p<<0,05, Μπάλος-Θέρισσο: p<<0,05 και Ανώπολη-Λισσός: p=0,001, Ανώπολη-Θέρισσο: p=0,002), ενώ σημαντικά χαμηλότερη τιμή $\bar{d}_b$ (μεγαλύτερη ευστοχία) εμφανίζει και ο πληθυσμός από το Ελαφονήσι σε σύγκριση με του Μπάλου την εποχή αυτή (Tuckey HSD, Μπάλος-Ελαφονήσι: p=0,008). Το καλοκαίρι, η μετανάλυση έδειξε ότι ο πληθυσμός από την Ανώπολη θερμορυθμίζει με σημαντικά μεγαλύτερη ευστοχία από τον πληθυσμό του Μπάλου (Tuckey HSD, Μπάλος-Ανώπολη: p=0,027), ενώ δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην ευστοχία της θερμορύθμισης, μεταξύ των υπολοίπων πληθυσμών.

3.5.3 Συγκεντρωτικη Παρουσιαση Κυριοτερων Αποτελεσματων Θερμικης Οικολογιας

Για διευκόλυνση του αναγνώστη, τα κυριότερα αποτελέσματα της θερμικής οικολογίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.11, ενώ στο Διάγραμμα 3.15 απεικονίζονται συγκεντρωτικά οι κατανομές των θερμοκρασιών σώματος (T_b) και των λειτουργικών θερμοκρασιών (T_e) για τους 5 υπό μελέτη πληθυσμούς, κατά τις δύο εποχές δειγματοληψίας.

Πινακας 3.11: Συγκεντρωτικός πίνακας με τα κυριότερα αποτελέσματα της θερμικής οικολογίας.

Πληθυσμος	Συγκεντρωτικος Πινακας Αποτελεσματων Θερμοκρασιακων Δεδομενων και Δεικτων Θερμορυθμισης							
	Θερμοκρασιακα Δεδομενα				Δεικτες Θερμορυθμισης			
	T_{set} (°C)	$\overline{T_{set}}$ ± SE (°C)	$\overline{T_b}$ ± SE (°C)	$\overline{T_e}$ ± SE (°C)	Variance T_b	$\overline{d_b}$ (°C)	$\overline{d_e}$ (°C)	E
				Άνοιξη				
Μπάλος	-	-	**30,3** ± 0,3	**28,7** ± 0,2	**5,01**	**3,56** ± 0,33	**6,38** ± 0,16	**0,44**
Ελαφονήσι	-	-	**31,6** ± 0,4	**29,3** ± 0,3	**5,54**	**1,97** ± 0,32	**5,93** ± 0,19	**0,67**
Λισσός	-	-	**32,8** ± 0,4	**29,4** ± 0,3	**4,99**	**1,03** ± 0,28	**5,79** ± 0,16	**0,82**
Θέρισσο	-	-	**32,9** ± 0,4	**29,5** ± 0,3	**5,42**	**1,11** ± 0,25	**6,23** ± 0,18	**0,82**
Ανώπολη	-	-	**30,5** ± 0,5	**23,6** ± 0,3	**11,46**	**2,91** ± 0,47	**9,66** ± 0,25	**0,70**
				Καλοκαιρι				
Μπάλος	**33,8 - 35,7**	**34,8** ± 0,1	**34,0** ± 0,5	**34,5** ± 0,2	**6,96**	**1,27** ± 0,29	**2,84** ± 0,12	**0,55**
Ελαφονήσι	**33,3 - 35,6**	**34,6** ± 0,1	**35,2** ± 0,4	**38,0** ± 0,3	**5,06**	**0,95** ± 0,20	**4,92** ± 0,18	**0,81**
Λισσός	**33,2 - 35,7**	**34,7** ± 0,1	**35,0** ± 0,3	**33,2** ± 0,3	**3,44**	**0,62** ± 0,14	**4,15** ± 0,16	**0,85**
Θέρισσο	**33,2 - 35,8**	**34,4** ± 0,1	**34,3** ± 0,4	**35,5** ± 0,5	**4,07**	**0,62** ± 0,16	**7,03** ± 0,31	**0,91**
Ανώπολη	**33,1 - 35,9**	**34,7** ± 0,1	**34,1** ± 0,3	**32,0** ± 0,4	**3,45**	**0,49** ± 0,13	**5,91** ± 0,20	**0,92**



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.15: Συγκεντρωτικό διάγραμμα κατανομής των θερμοκρασιών σώματος (T_b) και των λειτουργικών θερμοκρασιών (T_e) για τους 5 υπό μελέτη πληθυσμούς, κατά τις δύο εποχές δειγματοληψίας. Οι κόκκινες γραμμές υποδηλώνουν τα όρια του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών (T_{set}), ενώ το κόκκινο βέλος αντιστοιχεί στη μέση τιμή των T_b ή T_e.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΦΥΛΩΝ

Η αναλογία των συλληφθέντων αρσενικών/θηλυκών σαυρών βρέθηκε σταθερή κατά τις δύο εποχές δειγματοληψίας και περίπου ίση με 1,5:1. Εντούτοις, το ποσοστό αυτό δεν αποτελεί ασφαλή ένδειξη της πραγματικής αναλογίας φύλων στους πληθυσμούς, αφού είναι γνωστό ότι η συλληψιμότητα των αρσενικών ατόμων είναι αυξημένη σε σχέση με αυτή των θηλυκών, καθώς τα τελευταία συχνά εμφανίζουν κρυπτική τάση, ιδιαίτερα κατά τους εαρινούς μήνες (Βαλάκος, 1990). Αντίθετα τα αρσενικά άτομα εμφανίζονται πιο θαρραλέα, και εκτίθενται περισσότερο, υπερασπιζόμενα τις περιοχές τους (Davis & Ford, 1983).

Η αυξημένη συλληψιμότητα των αρσενικών σαυρών ήταν αναμενόμενη με βάση τα βιβλιογραφικά δεδομένα. Στον Πίνακα 4.1 γίνεται σύγκριση με παλαιότερα αποτελέσματα για δύο άλλους πληθυσμούς του είδους.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1: Σύγκριση αποτελεσμάτων συλληψιμότητας φύλων με αντίστοιχα βιβλιογραφικά (N: μέγεθος δείγματος).

ΑΝΑΦΟΡΑ	ΣΥΛΛΗΨΙΜΟΤΗΤΑ ΦΥΛΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ *PODARCIS CRETENSIS*		
	N	%ΑΡΣΕΝΙΚΑ	%ΘΗΛΥΚΑ
Καλιοντζοπούλου, 2001 ***P. cretensis*, Δία**	115	59	41
Σπανέλη, Αδημοσίευτα Δεδομένα ***P. cretensis*, Χρυσή**	41	63	37
Παρούσα Εργασία	363	60	40

Το γεγονός ότι δεν παρατηρήθηκαν ανήλικα ζώα κατά την εαρινή περίοδο δειγματοληψίας, δικαιολογείται απόλυτα από τα όσα είναι γνωστά για την αναπαραγωγική περίοδο της *P. erhardii*, με την οποία, όπως έχει αναφερθεί, ταυτίζονταν μέχρι πρόσφατα η *P. cretensis*. Για την *P. erhardii*, η εναπόθεση των αυγών διαρκεί από τον Μάιο μέχρι τον Ιούλιο, ενώ τα πρώτα ανήλικα άτομα εμφανίζονται μετά τα μέσα Ιουνίου και η εκκόλαψη των αυγών διαρκεί όλο το καλοκαίρι (Βαλάκος, 1990). Επομένως είναι λογικό κατά την εαρινή περίοδο δειγματοληψιών τα νεαρά ζώα να μην έχουν εμφανιστεί ακόμη.

Αντίθετα, κατά τη θερινή περίοδο δειγματοληψιών, παρατηρήθηκαν πολυάριθμα ανήλικα ζώα και στις 5 περιοχές μελέτης. Το σχετικά χαμηλό ποσοστό συλληψιμότητάς τους (7,8%) κατά την περίοδο αυτή, δεν αποτελεί ένδειξη της πραγματικής αναλογίας τους στους πληθυσμούς, καθώς η σύλληψή τους με την τεχνική που χρησιμοποιήθηκε ήταν ιδιαίτερα δύσκολη, αλλά και αποφευγόταν, αφενός για να μην υποβληθούν σε ταλαιπωρία και αφετέρου διότι προτιμούνταν τα ενήλικα ζώα, ιδιαίτερα για το πείραμα της θερμικής οικολογίας.

4.2 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Η δραστηριότητα της *P. cretensis*, όπως και των περισσοτέρων σαυρών, καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμική της οικολογία, καθώς η εποχιακή και ημερήσια προσαρμογή της, ανάλογα με τις θερμικές συνθήκες, αποτελεί έναν από τους κύριους μηχανισμούς θερμορύθμισης (Cowles & Bogert, 1944; Huey & Pianka, 1977; Hertz & Huey, 1981; Van Damme *et al.*, 1989; Bauwens *et al.*, 1996; Díaz & Cabezas-Díaz, 2004). Στην παρούσα εργασία, τα πρότυπα δραστηριότητας των 5 μελετώμενων πληθυσμών εκτιμήθηκαν με βάση τις ώρες σύλληψης των ζώων. Επομένως, υπόκεινται στην παραδοχή ότι η δειγματοληπτική προσπάθεια ήταν σχετικά σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, γεγονός που ισχύει για τις περισσότερες ημέρες δειγματοληψίας.

Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 3.3, την άνοιξη η δραστηριότητα των ζώων δεν ξεκινά πριν τις 9:00 σε κανέναν πληθυσμό, ενώ στους περισσότερους διακόπτεται πριν τις 19:00. Αν και το πρότυπο της δραστηριότητας την εποχή αυτή δεν είναι ξεκάθαρο για όλους τους πληθυσμούς, φαίνεται να είναι μάλλον μονοκόρυφο, με μέγιστο τις τελευταίες πρωινές και πρώτες μεσημεριανές ώρες, γεγονός που δικαιολογείται από το ημερήσιο θερμικό προφίλ των περιοχών την εποχή αυτή (βλ. Διάγραμμα 3.14). Ιδιαίτερα στην Ανώπολη, όπου οι περιβαλλοντικές θερμοκρασίες είναι πολύ πιο χαμηλές, παρατηρείται ότι το εύρος της ημερήσιας δραστηριότητας των σαυρών είναι αρκετά πιο στενό.

Το καλοκαίρι η *P. cretensis* εμφανίζει μεγαλύτερο εύρος ημερήσιας δραστηριότητας, ενώ στις περισσότερες περιοχές το πρότυπο δραστηριότητας που ακολουθείται από τους πληθυσμούς είναι δικόρυφο, με μέγιστα το πρωί και το απόγευμα. Εξαίρεση αποτελεί ο πληθυσμός από το Θέρισσο, του οποίου η δραστηριότητα φαίνεται να είναι σχετικά σταθερή κατά τη διάρκεια της ημέρας. Οι ώρες κατά τις οποίες εμφανίζονται τα μέγιστα δραστηριότητας και ο βαθμός στον οποίο αυτή περιορίζεται το μεσημέρι, ποικίλει μεταξύ των πληθυσμών. Συγκεκριμένα, όλοι οι πληθυσμοί (εκτός από του Θερίσσου) εμφανίζουν ξεκάθαρα μέγιστα δραστηριότητας το πρωί (10:00-12:00). Οι πληθυσμοί από τη Λισσό και την Ανώπολη εμφανίζουν το δεύτερο μέγιστο νωρίς το απόγευμα (16:00-19:00), ενώ οι πληθυσμοί από το Μπάλο και το Ελαφονήσι αργότερα (19:00-20:00). Επίσης, οι δύο τελευταίοι περιορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη δραστηριότητά τους κατά τις μεσημεριανές και πρώτες απογευματινές ώρες (12:00-18:00), γεγονός που αποδίδεται στις υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν τις ώρες αυτές, κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (βλ. Διάγραμμα 3.14).

Αντίστοιχες παρατηρήσεις για τα πρότυπα δραστηριότητας που εμφανίζει η *P. cretensis* την άνοιξη και το καλοκαίρι, έγιναν και από την Καλιοντζοπούλου (2001) για πληθυσμό του ίδιου είδους στη Δία, καθώς και από το Βαλάκο (1990) για πληθυσμό της *P. erhardii* στη Νάξο.

4.3 Πληθυσμιακη Πυκνοτητα

Οι πληθυσμιακές πυκνότητες της *P. cretensis* εμφανίζονται σημαντικά αυξημένες κατά την περίοδο της άνοιξης σε σύγκριση με το καλοκαίρι, κυρίως για το Ελαφονήσι και την Ανώπολη. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στην αδράνεια που εμφανίζουν οι σαύρες κατά τους θερινούς μήνες (Fautin, 1946; Tanner & Jorgensen, 1963), η οποία καθιστά τις εαρινές μετρήσεις περισσότερο αξιόπιστες (Βαλάκος 1990). Ιδιαίτερα στην ορεινή περιοχή (Ανώπολη) η διαφορά της εαρινής από τη θερινή πληθυσμιακή πυκνότητα που παρατηρήθηκε είναι εντυπωσιακή (15 άτομα/1000m^2 την άνοιξη, έναντι 2 το καλοκαίρι). Μία τόσο μεγάλη εποχιακή διαφοροποίηση, είναι δύσκολο να ερμηνευθεί αποκλειστικά με τη γενικότερη θερινή αδράνεια των σαυρών.

Μία άλλη πιθανή ερμηνεία βασίζεται στην ιδιαιτερότητα των θερμικών συνθηκών που επικρατούν στη συγκεκριμένη περιοχή την άνοιξη. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι η θερμική ποιότητα του περιβάλλοντος στην Ανώπολη την εποχή αυτή είναι σημαντικά χαμηλότερη από των υπολοίπων περιοχών (βλ. Πίνακα 3.11). Ο καιρός χαρακτηρίζεται από συνεχείς εναλλαγές ηλιοφάνειας/συννεφιάς, ακόμα και κατά τη διάρκεια της ίδιας ημέρας. Έτσι τα ζώα εκτίθενται περισσότερο, προκειμένου να εκμεταλλευτούν τα σύντομα διαστήματα ηλιοφάνειας για να θερμορυθμίσουν, γεγονός που αυξάνει την πιθανότητα παρατήρησής τους.

Οι πυκνότητες των 5 πληθυσμών δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικά το καλοκαίρι. Πρέπει να σημειωθεί ότι η μέθοδος των διαδρομών που ακολουθήθηκε για την εκτίμηση της πυκνότητας των 5 μελετώμενων πληθυσμών δεν παρέχει από μόνη της ασφαλή αποτελέσματα και χρησιμοποιείται κυρίως για επιβεβαίωση ήδη γνωστών αποτελεσμάτων (Turner, 1977). Βασικό της μειονέκτημα είναι το γεγονός ότι ο ερευνητής γίνεται εύκολα αντιληπτός από τη σαύρα, η οποία τις περισσότερες φορές κρύβεται. Έτσι, σε πολλές περιπτώσεις η παρατηρούμενη πυκνότητα μπορεί να είναι μικρότερη από την πραγματική (Βαλάκος, 1990).

4.4 ΠΑΡΑΣΙΤΙΣΜΟΣ

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας έδειξαν ότι οι αρσενικές σαύρες κατέχουν τα πρωτεία, τόσο στην παρουσία εξωπαρασίτων, όσο και στην κατ' άτομο αφθονία. Το 59,7% των αρσενικών σαυρών που συνελήφθησαν έφερε τουλάχιστον ένα εξωπαράσιτο, ενώ για τα θηλυκά το ποσοστό αυτό ήταν σημαντικά χαμηλότερο (42,5%). Αντίστοιχα, η μέση αφθονία εξωπαρασίτων στα αρσενικά ήταν 5,7 παράσιτα/άτομο, ενώ στα θηλυκά μόλις 1,2 παράσιτα/άτομο. Το γεγονός αυτό ήταν αναμενόμενο και σύμφωνο με τα ευρήματα μελετών για άλλα είδη, όπως π.χ. για το είδος *Sceleporus occidentalis* (Talleklint-Eisen & Eisen, 1999), καθώς η προσβολή των αρσενικών από εξωπαράσιτα συνδέεται άμεσα με την αυξημένη τους δραστηριότητα λόγω αναπαραγωγικής συμπεριφοράς, αφού τα αρσενικά ζώα είναι αρκετά πιο δραστήρια από τα θηλυκά, καθώς -ιδιαίτερα κατά την

αναπαραγωγική περίοδο- υπερασπίζονται τις επικράτειες τους με αποτέλεσμα να είναι και περισσότερο εκτεθειμένα στα παράσιτα (Davis & Ford, 1983).

Η εποχή δεν φάνηκε να παίζει σημαντικό ρόλο, τουλάχιστον στο ποσοστό των προσβεβλημένων σαυρών. Το γεγονός αυτό έρχεται σε αντίθεση με αποτελέσματα άλλης μελέτης σε Lacertidae (Salvador *et al.*, 1997), σύμφωνα με την οποία η προσβολή των αρσενικών σαυρών από εξωπαράσιτα είναι αυξημένη στο τέλος της αναπαραγωγικής περιόδου, για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Μεταξύ των 5 μελετώμενων πληθυσμών, το ελάχιστο (συνολικά για τις δύο εποχές) ποσοστό προσβολής από εξωπαράσιτα εμφάνισε ο πληθυσμός από το Μπάλο (24,2%), ενώ τη μέγιστη παρουσία αλλά και κατ' άτομο αφθονία εξωπαρασίτων εμφάνισε ο πληθυσμός από το Θέρισσο, καθώς το 89,6% των σαυρών του πληθυσμού βρέθηκαν προσβεβλημένα, ενώ η μέση κατ' άτομο αφθονία έφτανε τα 12,6 παράσιτα ανά αρσενικό άτομο και τα 3,5 ανά θηλυκό. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η παρατήρηση ότι ενώ η κατ' άτομο αφθονία εξωπαρασίτων ήταν πολύ μεγαλύτερη για τα αρσενικά άτομα του πληθυσμού, η % παρουσία δεν διέφερε μεταξύ των δύο φύλων για καμία από τις δύο εποχές δειγματοληψίας. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι πέρα από την αυξημένη δραστηριότητα των αρσενικών που ευθύνεται για την υψηλή κατ' άτομο αφθονία που εμφανίζουν σε σχέση με τα θηλυκά, κάποιος επιπλέον παράγοντας, ανεξάρτητος από την αναπαραγωγική συμπεριφορά των δύο φύλων, ευθύνεται για το υψηλό ποσοστό προσβολής του πληθυσμού. Μία πιθανή ερμηνεία σχετίζεται με την ιδιαίτερα αυξημένη παρουσία αιγοπροβάτων στην περιοχή (βλ. Παράγραφο 2.2.4), τα οποία συχνά είναι φορείς των ίδιων εξωπαρασίτων με τις σαύρες (Burridge, 2001). Η ερμηνεία αυτή συνάδει και με το χαμηλό ποσοστό παρουσίας παρασίτων στον πληθυσμό από το Μπάλο, καθώς στην περιοχή αυτή η παρουσία αιγοπροβάτων ήταν σπάνια. Επίσης, αναφέρεται ότι σε πληθυσμό της *P. cretensis* από τη Χρυσή, όπου η βόσκηση έχει απαγορευθεί τουλάχιστον τα τελευταία 10 χρόνια, το ποσοστό προσβολής από εξωπαράσιτα είχε βρεθεί ίσο με 24,4% (Σπανέλη, Αδημοσίευτα Δεδομένα), τιμή αρκετά χαμηλή συγκριτικά με τις αντίστοιχες της παρούσας εργασίας.

4.5 ΘΗΡΕΥΣΗ

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ποσοστό των κομμένων ή αναγεννημένων ουρών δε διαφέρει μεταξύ των 5 πληθυσμών της *P. cretensis* που μελετήθηκαν και επομένως, με βάση το δείκτη αυτό, η ένταση θήρευσης που υφίστανται οι 5 πληθυσμοί είναι παραπλήσια και ίση κατά μέσο όρο με 58,6%. Το ποσοστό αυτό διαφέρει αρκετά από τα αντίστοιχα που βρέθηκαν για δύο νησιωτικούς πληθυσμούς της *P. cretensis*. Συγκεκριμένα, στη Δία το ποσοστό θήρευσης βρέθηκε ίσο με 38,6% (Καλιοντζοπούλου, 2001), ενώ στη Χρυσή ήταν ίσο με 87,8% (Σπανέλη, Αδημοσίευτα Δεδομένα). Ενδιαφέρον είναι και το γεγονός ότι στην παρούσα εργασία δεν βρέθηκαν διαφορές στο ποσοστό των κομμένων ή αναγεννημένων ουρών για τα δύο φύλα, παρά το γεγονός ότι συχνά αναφέρονται μεγαλύτερα ποσοστά αυτοτομίας στα αρσενικά ζώα, λόγω της κρυπτικής συμπεριφοράς των θηλυκών κατά την αναπαραγωγική περίοδο (Βαλάκος, 1990).

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το πείραμα προσομοίωσης θήρευσης έδειξαν επίσης απουσία διαφορών στην ένταση θήρευσης που υφίστανται οι 5 πληθυσμοί και δεν συσχετίζονται με τα αντίστοιχα από το ποσοστό κομμένων ή αναγεννημένων ουρών.

4.6 ΘΕΡΜΙΚΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

4.6.1 ΕΠΙΛΕΓΟΜΕΝΟ ΕΥΡΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ (T_{set})

Σύμφωνα με τους Castilla *et al.* (1999), δύο διαφορετικές απόψεις επικρατούν σχετικά με την εξέλιξη της θερμικής φυσιολογίας στις σαύρες. Η πρώτη υποστηρίζει ότι τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη θερμική φυσιολογία των σαυρών εμφανίζουν εξελικτική συντηρητικότητα, δηλαδή ανταποκρίνονται αργά στην κατευθύνουσα επιλογή, ενώ η δεύτερη ότι ανταποκρίνονται άμεσα στις κλιματικές μεταβολές, τουλάχιστον σε ορισμένα taxa (Castilla *et al.*, 1999). Ιδιαίτερα για τα Lacertidae, κυριαρχεί η άποψη ότι η θερμική φυσιολογία τους εμφανίζει μεγάλη συντηρητικότητα, γεγονός που εντοπίζεται στην σταθερότητα και την ομοιογένεια των επιλεγόμενων θερμοκρασιών μέσα στα είδη, ακόμα και κάτω από διαφορετικές κλιματικές συνθήκες (Van Damme *et al.*, 1990; Tosini & Avery, 1993; Gvozdík & Castilla, 2001; Carretero *et al.*, 2005).

Οι 5 πληθυσμοί της *P. cretensis* που μελετήθηκαν, εμφάνισαν αμελητέες διαφορές στις θερμικές τους προτιμήσεις ($\overline{T_{set}}$ =34,4-34,8°C), παρά το γεγονός ότι δύο από αυτούς προέρχονται από βιοτόπους που διαφοροποιούνται ως προς το υψόμετρο (Θέρισσο και Ανώπολη) και επομένως αντιμετωπίζουν διαφορετικές κλιματικές συνθήκες. Δεδομένης της στενής φυλογενετικής συγγένειας των πληθυσμών αυτών, ένα τέτοιο αποτέλεσμα ενισχύει την άποψη περί εξελικτικής συντηρητικότητας. Αντίστοιχα αποτελέσματα για τη σταθερότητα στις θερμικές προτιμήσεις πληθυσμών του ίδιου είδους που διαβιούν σε διαφορετικά υψόμετρα, προέκυψαν και από μελέτες σε άλλα Lacertidae (Van Damme *et al.*, 1989; 1990; Gvozdík & Castilla, 2001; Gvozdík, 2002; Díaz *et al.*, 2006).

Πέρα από την μακροπρόθεσμη εξελικτική διαφοροποίηση των επιλεγόμενων θερμοκρασιών μέσα σε ένα είδος, έχουν παρατηρηθεί και άλλου τύπου διαφοροποιήσεις. Μελέτες για τις θερμικές προτιμήσεις σε Lacertidae έδειξαν διαφοροποίηση του T_{set} με την εποχή, την ώρα και τη φωτοπερίοδο, την ηλικία, το φύλο (Castilla *et al.*, 1999), καθώς και την φυσιολογική και ορμονική κατάσταση της σαύρας (Huey, 1982). Στην παρούσα μελέτη έγινε προσπάθεια να αποκλειστούν όσο το δυνατό περισσότεροι παράγοντες διαφοροποίησης, ούτως ώστε να υπάρχει ομοιογένεια μεταξύ των

αποτελεσμάτων για τους 5 πληθυσμούς. Για το λόγο αυτό, στο πείραμα προσδιορισμού των επιλεγόμενων θερμοκρασιών αποφεύχθηκε η συμμετοχή εγκύων θηλυκών και τα ανήλικα ζώα αποκλείστηκαν. Όλες οι μετρήσεις έγιναν εντός των ωρών της φυσιολογικής δραστηριότητας των ζώων και κατά τη διάρκεια της ίδιας εποχής (καλοκαίρι). Επειδή έχουν αναφερθεί διαφορές στις θερμικές προτιμήσεις ακόμα και μεταξύ διαφορετικών ατόμων του ίδιου φύλου και πληθυσμού (Gvozdík & Castilla, 2001), στο πείραμα συμμετείχαν 8 διαφορετικά άτομα από κάθε πληθυσμό.

Στην παρούσα εργασία το επιλεγόμενο εύρος θερμοκρασιών (T_{set}) προσδιορίστηκε μόνο το καλοκαίρι, ενώ με βάση τις θερινές τιμές του T_{set} εκτιμήθηκαν οι τιμές των δεικτών $\bar{d}_e$, $\bar{d}_b$ και E, τόσο για τις θερινές, όσο και για τις εαρινές δειγματοληψίες. Επομένως, η εκτίμηση των εαρινών τιμών των δεικτών αυτών εμπεριέχει την παραδοχή ότι το T_{set} δε διαφέρει μεταξύ των δύο αυτών εποχών. Η επίδραση της εποχής στις θερμικές προτιμήσεις των σαυρών δεν είναι πλήρως διευκρινισμένη, καθώς ορισμένοι ερευνητές βρίσκουν ότι οι επιλεγόμενες θερμοκρασίες μεταβάλλονται με την εποχή (Van Damme *et al.*, 1986; Christian & Bedford, 1995; Díaz *et al.*, 2006), ενώ άλλοι όχι (Schäuble & Grigg, 1998; Sepulveda *et al.*, 2008). Σε κάθε περίπτωση, η παραδοχή αυτή είναι αρκετά κοινή σε αντίστοιχες μελέτες (Hertz *et al.*, 1993; Grbac & Bauwens, 2000; Gvozdic & Castilla, 2001; Παφίλης, 2003). Επιπλέον, έχει βρεθεί ότι μικρές διαφοροποιήσεις του T_{set} δεν έχουν σημαντική επίπτωση στις τιμές των δεικτών αυτών και ιδιαίτερα του δείκτη E της αποτελεσματικότητας της θερμορύθμισης, ο οποίος είναι αρκετά αξιόπιστος (Hertz *et al.*, 1993).

Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν διαφοροποίηση του T_{set} με το φύλο συνολικά, έδειξαν όμως διαφοροποίηση σε 2 από τους 5 πληθυσμούς (Μπάλος και Λισσός), αφήνοντας μια ασαφή εικόνα για την επίδραση του παράγοντα αυτού. Άλλωστε οι απόψεις πάνω στο θέμα αυτό διίστανται, καθώς ορισμένοι μελετητές έχουν βρει διαφορές στις θερμικές προτιμήσεις των δύο φύλων (Paterson & Davies, 1978; Castilla & Bauwens, 1991; Marques et al., 1997; Gvozdík & Castilla, 2001), ενώ άλλοι όχι (Brana, 1993; Díaz *et al.*, 2006; Clusella-Trullas *et al.*, 2007; Sepulveda *et al.*, 2008). Από τον Πίνακα 3.5 φαίνεται ότι στον πληθυσμό της Λισσού τα θηλυκά επιλέγουν υψηλότερες θερμοκρασίες, γεγονός που έρχεται σε αντίθεση με τα όσα είναι γνωστά από

τη βιβλιογραφία (Gvozdík & Castilla, 2001), ενώ στον πληθυσμό του Μπάλου συμβαίνει το αντίθετο. Επιπλέον, η διαφορά μεταξύ των δύο φύλων στον πληθυσμό από το Μπάλο εντοπίστηκε μόνο στο T_{set} (κεντρικό 50% των επιλεγόμενων θερμοκρασιών) και όχι στις συνολικά ληφθείσες τιμές επιλεγόμενων θερμοκρασιών, και επομένως δεν θεωρείται ενδεικτική των πραγματικών θερμικών προτιμήσεων των δύο φύλων του πληθυσμού. Επομένως, είναι πιθανό η διαφορές στις θερμικές προτιμήσεις των δύο φύλων που εντοπίστηκαν στους πληθυσμούς αυτούς να αποτυπώνουν κάποιο σφάλμα της μεθόδου που ακολουθήθηκε, παρά κάποια αλήθεια. Για τους λόγους αυτούς θεωρήθηκε ότι τα αποτελέσματα για το T_{set} των 5 πληθυσμών μπορούν να ομαδοποιηθούν ως προς τα δύο φύλα.

Οι τιμές των επιλεγόμενων θερμοκρασιών που εκτιμήθηκαν στην παρούσα εργασία δεν διαφέρουν από αυτές που δίνει ο Παφίλης (2003) για 4 πληθυσμούς της *P. cretensis*, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγεται και ο πληθυσμός της Λισσού. Οι τιμές αυτές παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2. Διευκρινίζεται ότι πρόκειται για επιλεγόμενες θερμοκρασίες και όχι για το επιλεγόμενο εύρος θερμοκρασιών, T_{set} (κεντρικό 50% των επιλεγόμενων θερμοκρασιών).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2: Σύγκριση των επιλεγόμενων θερμοκρασιών των 5 μελετώμενων πληθυσμών της *P. cretensis* με αντίστοιχες βιβλιογραφικές (N: μέγεθος δείγματος).

ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΕΠΙΛΕΓΟΜΕΝΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ *PODARCIS CRETENSIS*		
	N	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ± ΤΥΠΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ (°C)	ΕΥΡΟΣ (°C)
		ΠΑΦΙΛΗΣ, 2003	
Λισσός	78	33,89 ± 1,85	29,7 - 37,6
Δία	135	34,32 ± 1,80	29,8 - 39,2
Χρυσή	162	33,91 ± 1,87	29,7 - 38,4
Δραγονάδα	143	34,19 ± 1,71	30,0 - 37,8
		ΠΑΡΟΥΣΑ ΕΡΓΑΣΙΑ	
Μπάλος	80	34,0 ± 0,4	18,5 - 37,2
Ελαφονήσι	80	34,3 ± 0,2	25,9 - 37,3
Λισσός	80	34,3 ± 0,2	27,4 - 37,4
Θέρισσο	80	33,7 ± 0,4	17,0 - 39,5
Ανώπολη	80	34,0 ± 0,3	24,0 - 39,6

4.6.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ (T_e)

Οι λειτουργικές θερμοκρασίες (T_e), δηλαδή το εύρος των θερμοκρασιών σώματος που δύναται να πετύχει μία σαύρα στο πεδίο αντικατοπτρίζουν τα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά της σαύρας, καθώς και μία σειρά από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Μεταξύ αυτών, καθοριστικό ρόλο παίζουν η θερμοκρασία του αέρα και του υποστρώματος, που αποτελούν μετρήσιμες μεταβλητές, καθώς και η ταχύτητα του αέρα και η ακτινοβολία, που, αν και είναι πιθανότατα εξίσου σημαντικές, είναι δύσκολο να μετρηθούν και σπανίως αναφέρονται (Castilla *et al.*, 1999).

Ο τύπος ενός ενδιαιτήματος συνδέεται σε μεγάλο βαθμό με τις διαθέσιμες λειτουργικές θερμοκρασίες. Το είδος του υποστρώματος επηρεάζει τη μεταφερόμενη στη σαύρα θερμότητα, είτε μέσω αγωγής (επαφής με τη σαύρα), είτε μέσω θερμικής ακτινοβολίας (Bakken *et al.*, 1985). Το ύψος και η πυκνότητα της βλάστησης παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο καθώς επηρεάζουν την ταχύτητα του αέρα στην επιφάνεια του εδάφους και επομένως τη μεταφορά θερμότητας με συναγωγή (συνδυασμένη επίδραση της θερμοκρασίας και της ταχύτητας του αέρα) (Campbell & Norman, 1998). Η αλληλεπίδραση των παραγόντων αυτών δημιουργεί μία ποικιλία θερμικών μικροενδιαιτημάτων μέσα σε ένα βιότοπο, τα οποία η σαύρα μπορεί να εκμεταλλευτεί (Melville & Schulte, 2001).

Στην παρούσα εργασία, οι T_e παρουσίασαν μεγάλη διακύμανση τόσο μεταξύ των δύο εποχών δειγματοληψίας, όσο και κατά τη διάρκεια της ημέρας. Το γεγονός αυτό ήταν αναμενόμενο, αφού οι T_e ακολουθούν παθητικά τις μεταβολές της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, σε βαθμό που, όπως αναφέρθηκε, επηρεάζεται και από τον τύπο του ενδιαιτήματος. Εντονότερη διακύμανση μεταξύ των δύο εποχών παρουσίασαν οι $\overline{T_e}$ στο Ελαφονήσι και την Ανώπολη (8,4-8,7°C), λίγο μικρότερη οι $\overline{T_e}$ στο Μπάλο και στο Θέρισσο (5,8-6,0°C) ενώ οι $\overline{T_e}$ στη Λισσό ήταν οι περισσότερο σταθερές μεταξύ των δύο εποχών (διαφορά 3,8°C). Κατά τον ημερήσιο κύκλο, οι T_e έλαβαν από πολύ χαμηλές τιμές, ιδιαίτερα κατά τις πρωινές ώρες, έως και ιδιαίτερα υψηλές κατά τις μεσημεριανές (βλ. Διάγραμμα 3.14). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στην περίπτωση της Ανώπολης την άνοιξη, καταγράφηκαν T_e από 11,5 έως 39,0°C, ενώ το καλοκαίρι στο Θέρισσο οι T_e κυμάνθηκαν από 15,5 έως

65,1°C, όταν το λεγόμενο κρίσιμο θερμικό μέγιστο (η οριακή θερμοκρασία σώματος πάνω από την οποία το ζώο πεθαίνει από θερμοπληξία) για την *P. erhardii* έχει υπολογιστεί στους 43°C (Βαλάκος, 1990).

Η περιοχή που διαφοροποιήθηκε περισσότερο, όσον αφορά στις λειτουργικές θερμοκρασίες, ήταν η Ανώπολη, η οποία εμφάνισε τις χαμηλότερες T_e, τόσο την άνοιξη όσο και το καλοκαίρι. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στο υψόμετρο της συγκεκριμένης περιοχής (925m), το οποίο επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη θερμοκρασία του αέρα (McCullough & Porter, 1971).

Διαφορές στις T_e των υπολοίπων περιοχών εντοπίστηκαν μόνο το καλοκαίρι. Συγκεκριμένα, στο Ελαφονήσι καταγράφηκε η μέγιστη $\overline{T_e}$ (38,0°C), κατά πολύ μεγαλύτερη από αυτή των υπολοίπων περιοχών. Οι υψηλές T_e στο Ελαφονήσι ήταν αναμενόμενες, καθώς πρόκειται για μία περιοχή μηδενικού υψομέτρου με αμμώδες υπόστρωμα και σχετικά χαμηλή εδαφική κάλυψη από βλάστηση (40%), κυρίως φρυγανική. Εντούτοις, παρόμοια χαρακτηριστικά με ακόμη χαμηλότερη κάλυψη από βλάστηση (20%) εμφανίζει και ο Μπάλος, στον οποίο η $\overline{T_e}$ που καταγράφηκε ήταν αρκετά χαμηλότερη (3,5°C). Η διαφοροποίηση αυτή μπορεί ίσως να ερμηνευτεί με την γεωγραφική θέση των δύο περιοχών, καθώς ο Μπάλος βρίσκεται στα βόρεια της Κρήτης και επομένως είναι περισσότερο εκτεθειμένος στους ψυχρούς βόρειους ανέμους, σε αντίθεση με το Ελαφονήσι που βρίσκεται στο νότο.

Η αμέσως υψηλότερη (μετά το Ελαφονήσι) μέση T_e το καλοκαίρι, καταγράφηκε στο Θέρισσο, γεγονός που είναι δύσκολο να ερμηνευτεί, καθώς η περιοχή αυτή βρίσκεται σε υψόμετρο 360m και χαρακτηρίζεται από υψηλό ποσοστό εδαφικής κάλυψης από βλάστηση (70%). Βέβαια, όπως αναφέρθηκε, η περιοχή δειγματοληψίας περιορίστηκε σε ένα αρκετά ανοιχτό τμήμα του φαραγγιού. Εντούτοις, το γεγονός αυτό δεν δικαιολογεί T_e παραπλήσιες ή υψηλότερες από αυτές περιοχών όπως ο Μπάλος και η Λισσός. Σε συνδυασμό με τις εαρινές T_e που καταγράφηκαν στην περιοχή και που δεν διέφεραν από αυτές των μηδενικού υψομέτρου περιοχών, η συνολική εικόνα των T_e στο Θέρισσο απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση για την ερμηνεία της.

Τέλος, η μέση τιμή των T_e που καταγράφηκαν στη Λισσό ήταν πολύ κοντά σε αυτή της Ανώπολης και αρκετά χαμηλότερη από των υπολοίπων περιοχών. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στη μορφολογία της συγκεκριμένης

περιοχής, καθώς πρόκειται για ένα στενό και σχετικά σκιερό φαράγγι, με υψηλό ποσοστό κάλυψης από βλάστηση (70%), στην οποία συμπεριλαμβάνεται και το μεγαλύτερο ποσοστό κάλυψης από δέντρα (20%) μεταξύ των 5 περιοχών.

Πρέπει να αναφερθεί ότι η χρήση των λειτουργικών θερμοκρασιών για την περιγραφή των θερμικών χαρακτηριστικών των 5 περιοχών μελέτης, υπόκειται σε ορισμένους περιορισμούς. Καταρχήν η συλλογή των θερμοκρασιακών δεδομένων δεν πραγματοποιήθηκε ταυτόχρονα στις 5 περιοχές για καμία από τις δύο εποχές δειγματοληψίας. Η προσπάθεια που έγινε ώστε να μην διαφέρουν σημαντικά οι καιρικές συνθήκες μεταξύ των δειγματοληψιών, δεν είναι δυνατόν να εξαλείψει πιθανές διαφορές σε παραμέτρους όπως η θερμοκρασία, η διεύθυνση και η ταχύτητα του αέρα, οι οποίες αποτυπώνονται στις T_e. Επομένως, μικρές διαφοροποιήσεις στις τιμές των T_e δεν αποτελούν από μόνες τους αξιόπιστο δείκτη σύγκρισης των θερμικών χαρακτηριστικών των 5 περιοχών.

Επίσης, η μέση τιμή των T_e, που χρησιμοποιήθηκε παραπάνω για τη σύγκριση των θερμικών χαρακτηριστικών των περιοχών μελέτης, δεν παρέχει αρκετές πληροφορίες ούτε για την κατανομή και τη διακύμανση των T_e, ούτε για το ποιά είναι η σχέση τους με το T_{set} του πληθυσμού που διαβιώνει στη συγκεκριμένη περιοχή. Έτσι, η ολοκληρωμένη αξιολόγηση του θερμικού περιβάλλοντος μίας περιοχής, σε σχέση πάντα με το μελετώμενο είδος, απαιτεί τη χρήση των πληροφοριών που παρέχονται από τις T_e (μέση τιμή και ημερήσια διακύμανση), σε συνδυασμό με το δείκτη $\bar{d}_e$ και τα ποσοστά των T_e που βρίσκονται κάτω, μέσα και πάνω από το T_{set} (Hertz *et al.*, 1993). Μία τέτοια προσέγγιση επιχειρείται στην Παράγραφο 4.6.3 που ακολουθεί.

4.6.3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι την άνοιξη, η ορεινή περιοχή (Ανώπολη) εμφανίζει σημαντικά χαμηλότερες λειτουργικές θερμοκρασίες ($\overline{T_e}$=23,6°C) από τις υπόλοιπες 4 περιοχές, ενώ το 94% των τιμών που καταγράφηκαν βρίσκεται κάτω από τα όρια του T_{set}. Το γεγονός αυτό αντικατοπτρίζεται στη θερμική ποιότητα του περιβάλλοντος, όπως φαίνεται και από το δείκτη $\bar{d}_e$, ο οποίος λαμβάνει αρκετά υψηλή τιμή (9,66°C). Σύμφωνα με τον δείκτη αυτό, η

Ανώπολη δεν ευνοεί θερμικά την *P. cretensis* την άνοιξη, τουλάχιστον σε σύγκριση με τις υπόλοιπες 4 περιοχές μελέτης. Η εικόνα αυτή ενισχύεται από την ημερήσια διακύμανση των 3 κλάσεων λειτουργικών θερμοκρασιών (βλ. Διάγραμμα 3.14), η οποία δείχνει ότι για πολύ μικρό χρονικό διάστημα και μόνο σε κατάλληλα θερμικά μικροενδιαιτήματα, αυτά δηλαδή που δέχονται άμεση ηλιακή ακτινοβολία, μπορούν τα ζώα να βρουν T_e μέσα στο T_{set}.

Οι λειτουργικές θερμοκρασίες και ο δείκτης $\bar{d}_e$ για το Μπάλο, το Ελαφονήσι, τη Λισσό και το Θέρισσο δεν διέφεραν σημαντικά την άνοιξη. Και στις 4 περιοχές η $\overline{T_e}$ δεν ξεπέρασε τους 30°C την άνοιξη, ενώ μεγάλο ποσοστό των T_e ήταν κάτω από το T_{set} (74-84%). Μικροενδιαιτήματα θερμικά κατάλληλα για την *P. cretensis* στο Μπάλο και στο Θέρισσο ήταν μόνο αυτά που δέχονταν άμεση ηλιακή ακτινοβολία, ενώ οι λειτουργικές θερμοκρασίες σε μικροενδιαιτήματα με ημίφως κάλυπταν το T_{set} για λίγες ώρες το μεσημέρι και μόνο στο Ελαφονήσι και τη Λισσό (βλ. Διάγραμμα 3.14), που βρίσκονται νότια. Ο δείκτης $\bar{d}_e$ της θερμικής ποιότητας του περιβάλλοντος κυμάνθηκε σε σχετικά υψηλές τιμές (5,79-6,38°C), φανερώνοντας ότι καμία από τις περιοχές αυτές δεν είναι ιδιαίτερα ευνοϊκή για το μελετώμενο είδος την άνοιξη. Παραπλήσια τιμή του δείκτη αυτού ($\bar{d}_e$=6,3°C), είχε υπολογίσει και ο Παφίλης (2003) για την *P. erhardii* στην Άνδρο την άνοιξη.

Όπως αναφέρθηκε, οι λειτουργικές θερμοκρασίες και κατά συνέπεια η θερμική ποιότητα του περιβάλλοντος, διαφοροποιήθηκαν έντονα για τις δύο εποχές δειγματοληψίας. Το καλοκαίρι σε όλες τις περιοχές μελέτης καταγράφηκαν υψηλότερες T_e σε σχέση με την άνοιξη. Οι υψηλότερες $\overline{T_e}$ καταγράφηκαν στο Ελαφονήσι (38,0°C), ενώ ακολούθησαν ο Μπάλος με το Θέρισσο με παραπλήσιες $\overline{T_e}$ (34,5°C και 35,5°C, αντίστοιχα) και η Λισσός με την Ανώπολη, επίσης με παραπλήσιες $\overline{T_e}$ (33,2°C και 32,0°C, αντίστοιχα). Με εξαίρεση το Θέρισσο, όλες οι περιοχές αποδείχτηκαν θερμικά καταλληλότερες για την *P. cretensis* την εποχή αυτή.

Προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδραση της ανόδου της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και επομένως των λειτουργικών θερμοκρασιών στην θερμική ποιότητα του βιοτόπου μιας σαύρας, πρέπει να γίνουν κατανοητοί οι πιθανοί περιορισμοί που επιβάλουν οι T_e στην επίτευξη των επιθυμητών θερμοκρασιών από το ζώο. Υπενθυμίζεται ότι τα T_{set} των 5 μελετώμενων

πληθυσμών δεν διαφέρουν σημαντικά, επομένως οι όποιες διαφορές στη θερμική ποιότητα των 5 περιοχών μελέτης οφείλονται στις διαθέσιμες λειτουργικές θερμοκρασίες και στον τρόπο που αυτές διακυμαίνονται κατά τη διάρκεια της ημέρας και κατανέμονται στα διάφορα θερμικά μικροενδιαιτήματα, και όχι στις θερμικές προτιμήσεις των σαυρών.

Κατά την περίοδο της άνοιξης διαπιστώθηκε ότι ο θερμικός περιορισμός οφειλόταν στις σχετικά χαμηλές T_e που επικρατούσαν (74-94% κάτω από το T_{set} των πληθυσμών). Εξίσου περιοριστικές, όμως, μπορεί να αποβούν και οι υψηλές T_e, εάν υπερβαίνουν κατά πολύ το T_{set}, καθώς οι σαύρες ψύχονται πιο αργά απ' ότι θερμαίνονται (Bartholomew & Tucker, 1963). Το πρόβλημα της υπερθέρμανσης για ορισμένες ώρες της ημέρας, κατά τις θερμές μέρες του έτους, είναι κοινό σε αρκετά είδη σαυρών (Schäuble & Grigg, 1998), συμπεριλαμβανομένων και ειδών του γένους *Podarcis* (Bauwens *et al.*, 1996).

Σύμφωνα με το δείκτη $\bar{d}_e$, το καλοκαίρι όλες οι περιοχές μελέτης διέφεραν μεταξύ τους ως προς τη θερμική ποιότητα, εκτός από το Ελαφονήσι και τη Λισσό ($\bar{d}_e$=4,92°C και 4,15°C, αντίστοιχα). Το γεγονός αυτό, με μια πρώτη ματιά στις τιμές των λειτουργικών θερμοκρασιών των δύο περιοχών φαίνεται παράξενο, καθώς το Ελαφονήσι καταγράφει την εποχή αυτή τις υψηλότερες T_e απ' όλες τις περιοχές ($\overline{T_e}$=38,0°C, δηλαδή 2,4°C πάνω από το πάνω όριο του T_{set} του πληθυσμού), ενώ οι T_e της Λισσού είναι κατά πολύ χαμηλότερες ($\overline{T_e}$=33,2°C, στο κάτω όριο του T_{set} του πληθυσμού και οι χαμηλότερες μαζί με της Ανώπολης). Εντούτοις, μπορεί να ερμηνευθεί με βάση τη σχέση των T_e με το T_{set} (βλ. Πίνακα 3.9). Συγκεκριμένα, ενώ το ποσοστό των T_e που βρίσκονται μέσα στο T_{set} δεν διαφέρει κατά πολύ για τις δύο περιοχές (9% για το Ελαφονήσι και 12% για τη Λισσό), αυτό που διαφοροποιείται είναι το ποσοστό των T_e που βρίσκονται κάτω και πάνω από το T_{set}. Έτσι, ενώ στο Ελαφονήσι ένα μεγάλο ποσοστό των T_e ξεπερνά το T_{set} (64%) και οι τιμές των T_e που βρίσκονται κάτω από το T_{set} είναι περιορισμένες (μόλις 27%), στη Λισσό συμβαίνει το αντίθετο (30%T_e<T_{set}<57%T_e). Φαίνεται, λοιπόν, ότι ενώ οι δύο αυτές περιοχές είναι εξίσου ευνοϊκές για τη θερμορύθμιση της *P. cretensis*, η καθεμιά επιβάλει διαφορετικούς θερμικούς περιορισμούς, και συγκεκριμένα, το Ελαφονήσι τον κίνδυνο της υπερθέρμανσης, ενώ η Λισσός τη σχετική απουσία αρκετά

υψηλών T_e. Η εικόνα αυτή επιβεβαιώνεται και από το Διάγραμμα 3.14, σύμφωνα με το οποίο, το καλοκαίρι στο Ελαφονήσι οι 3 κλάσεις των T_e υπερβαίνουν το T_{set} για πολλές ώρες της ημέρας, ενώ τις υπόλοιπες ώρες, T_e κάτω από το T_{set} καταγράφονται μόνο σε σκιερά μικροενδιαιτήματα. Αντίθετα, στη Λισσό τα σκιερά μικροενδιαιτήματα διατηρούν T_e χαμηλότερες από το κάτω όριο του T_{set}, καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας.

Εξίσου ενδιαφέρουσα είναι και η σύγκριση των θερμικών χαρακτηριστικών του Μπάλου και του Θερίσσου το καλοκαίρι. Όπως αναφέρθηκε, οι T_e που καταγράφηκαν στις δύο αυτές περιοχές την εποχή αυτή, ήταν παραπλήσιες. Εντούτοις, σύμφωνα με το δείκτη $\bar{d}_e$, ο Μπάλος εμφανίζει το καλοκαίρι την υψηλότερη θερμική ποιότητα μεταξύ των 5 περιοχών μελέτης ($\bar{d}_e$=2,84°C), ενώ το Θέρισσο τη χαμηλότερη ($\bar{d}_e$=7,03°C), χαμηλότερη ακόμα και από αυτήν που εμφάνισε την άνοιξη ($\bar{d}_e$=6,23°C). Από την παρατήρηση των ποσοστών των τιμών των T_e που βρίσκονται μέσα στα όρια του T_{set} για τις δύο περιοχές (βλ. Πίνακα 3.9), προκύπτει ότι ο Μπάλος εμφανίζει το μέγιστο ποσοστό T_e που συμπίπτει με το T_{set} (18%), ενώ στο Θέρισσο το ποσοστό αυτό είναι λίγο χαμηλότερο (10%). Οι υπόλοιπες τιμές των T_e μοιράζονται εξίσου πάνω και κάτω από τα T_{set} των δύο περιοχών (46%T_e<T_{set}<36%T_e για το Μπάλο και 49%T_e<T_{set}<41%T_e για το Θέρισσο). Ποιος είναι, λοιπόν, ο παράγοντας που διαφοροποιεί τόσο πολύ τη θερμική ποιότητα των δύο αυτών περιοχών; Η απάντηση βρίσκεται στον ορισμό του δείκτη $\bar{d}_e$ (η μέση απόλυτη απόκλιση μεταξύ των λειτουργικών θερμοκρασιών και του επιλεγόμενου εύρους θερμοκρασιών), δηλαδή στο πόσο κοντά βρίσκονται οι T_e στο T_{set}. Πράγματι, τόσο το εύρος, όσο και η διακύμανση (Variance) των T_e του Θερίσσου είναι πολύ μεγαλύτερα από του Μπάλου, όπως φαίνεται από τον Πίνακα 3.8 και το Διάγραμμα 3.15. Εν ολίγοις, το Θέρισσο παρέχει ένα ευρύ φάσμα θερμικών μικροενδιαιτημάτων, πολλά από τα οποία είναι είτε πολύ ψυχρά, είτε (κυρίως) πολύ θερμά για το μελετώμενο είδος, κατά το μεγαλύτερο διάστημα της ημέρας. Αντίθετα, οι T_e που καταγράφηκαν στο Μπάλο βρίσκονται κοντά στο T_{set}, ενώ οι σαύρες αντιμετωπίζουν πρόβλημα υπερθέρμανσης μόνο κατά τις μεσημεριανές ώρες (βλ. Διάγραμμα 3.14).

Τέλος, η Ανώπολη εμφάνισε τις χαμηλότερες T_e και το καλοκαίρι ($\overline{T_e}$=32,0°C, 1,1°C κάτω από το κάτω όριο του T_{set} του πληθυσμού),

παραπλήσιες με αυτές της Λισσού ($\overline{T_e}$ =33,2°C). Έτσι, η θερμική ποιότητα της περιοχής αυτής παρέμεινε αρκετά χαμηλή και την εποχή αυτή ($\overline{d_e}$=5,91°C). Παρά το γεγονός ότι οι $\overline{T_e}$ των δύο αυτών περιοχών δεν διέφεραν σημαντικά και μοιράζονται εξίσου πάνω και κάτω από τα αντίστοιχα T_{set} (57%T_e<T_{set}<30%T_e για τη Λισσό και 56%T_e<T_{set}<36%T_e για την Ανώπολη), ο δείκτης $\overline{d_e}$ έδειξε ότι η θερμική ποιότητα της Ανώπολης το καλοκαίρι είναι σημαντικά χαμηλότερη από της Λισσού. Όπως συζητήθηκε παραπάνω για το Θέρισσο, έτσι και στην περίπτωση της Ανώπολης η διαφορά έγκειται στο εύρος και τη διακύμανση των T_e, που είναι μεγαλύτερα από αυτά της Λισσού (βλ. Πίνακα 3.8 και Διάγραμμα 3.15). Εν ολίγοις, στην Ανώπολη καταγράφηκαν τιμές T_e αρκετά πιο απομακρυσμένες από το T_{set}, σε σύγκριση με τη Λισσό, γεγονός που αποτυπώνεται στο δείκτη $\overline{d_e}$.

Συνοψίζοντας, την άνοιξη ο Μπάλος το Ελαφονήσι, η Λισσός και το Θέρισσο εμφανίζουν παραπλήσια θερμική ποιότητα, ενώ η Ανώπολη υστερεί σημαντικά. Σε όλες τις περιπτώσεις, οι θερμικοί περιορισμοί που επιβάλουν οι 5 βιότοποι στο μελετώμενο είδος οφείλονται στις χαμηλές T_e που καταγράφονται την εποχή αυτή.

Όλες οι περιοχές εκτός από το Θέρισσο είναι θερμικά πιο ευνοϊκές το καλοκαίρι. Το καλοκαίρι, η πλέον θερμικά κατάλληλη για την *P. cretensis* περιοχή είναι ο Μπάλος, ενώ ακολουθούν το Ελαφονήσι μαζί με τη Λισσό, η Ανώπολη και τέλος το Θέρισσο. Οι θερμικοί περιορισμοί που επιβάλουν η Λισσός και η Ανώπολη στο μελετώμενο είδος την εποχή αυτή οφείλονται στις χαμηλές T_e που καταγράφονται, ενώ το αντίθετο συμβαίνει με το Ελαφονήσι, όπου τα ζώα αντιμετωπίζουν κίνδυνο υπερθέρμανσης για αρκετές ώρες της ημέρας και σε αρκετά θερμικά μικροενδιαιτήματα. Το Θέρισσο, λόγω της μεγάλης διακύμανσης των T_e και των ακραίων (χαμηλών και κυρίως υψηλών) τιμών που λαμβάνουν σε αρκετά μικροενδιαιτήματα, εμφανίζεται λιγότερο ευνοϊκό το καλοκαίρι, τόσο σε σχέση με την άνοιξη, όσο και σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές.

4.6.4 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΩΜΑΤΟΣ (T_b)

Οι θερμοκρασίες σώματος (T_b) που εμφανίζουν οι σαύρες στο πεδίο, αν και παίζουν καθοριστικό ρόλο για την φυσιολογία και την οικολογία τους (Avery, 1982; Huey, 1982), δεν ταυτίζονται πάντα με τις επιλεγόμενες, καθώς στο φυσικό περιβάλλον η συνολική δραστηριότητα του οργανισμού επηρεάζεται από μια σειρά από περιοριστικούς παράγοντες (Huey & Slatkin, 1976). Μελέτες σε Lacetridae έδειξαν ότι ακόμα και μέσα σε έναν πληθυσμό, οι T_b μπορεί να μεταβάλλονται με την εποχή και την ώρα της ημέρας, ακολουθώντας σε αρκετές περιπτώσεις (όχι πάντα) και ως ένα βαθμό τις μεταβολές της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Ακόμη, η μέση T_b μπορεί να διαφοροποιείται ανάλογα με την ηλικία, το φύλο και την αναπαραγωγική κατάσταση των ζώων. Μεταξύ διαφορετικών πληθυσμών του ίδιου είδους, οι μέση T_b μπορεί να διαφοροποιείται με το υψόμετρο και το γεωγραφικό πλάτος (Castilla *et al.*, 1999).

Στην παρούσα εργασία οι T_b διαφοροποιήθηκαν έντονα μεταξύ των δύο εποχών δειγματοληψίας, με όλους τους μελετώμενους πληθυσμούς να εμφανίζουν σημαντικά χαμηλότερες τιμές κατά την περίοδο της άνοιξης. Κάτι τέτοιο ήταν αναμενόμενο, καθώς η εποχιακή διακύμανση των T_b στις σαύρες είναι κοινό εύρημα των περισσοτέρων εργασιών, τόσο για τα Lacertidae (Βαλάκος, 1990; Tosini *et al.*, 1992; Grbac & Bauwens, 2001; Παφίλης, 2003; Díaz & Cabezas-Díaz, 2004), και για άλλες οικογένειες σαυρών (Hertz *et al.*, 1993; Christian, 1998; Kearney & Predavec, 2000; Hitchcock & McBrayer, 2006; Sepulveda *et al.*, 2008) και σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την αντίστοιχη διακύμανση στις θερμοκρασίες του περιβάλλοντος. Εντονότερη εποχιακή διακύμανση παρουσίασαν οι πληθυσμοί από το Μπάλο, το Ελαφονήσι και την Ανώπολη (3,6-3,7°C), ενώ οι $\overline{T_b}$ των πληθυσμών από τη Λισσό και το Θέρισσο εμφανίστηκαν περισσότερο σταθερές μεταξύ των δύο εποχών (διαφορά 2,2 και 1,4°C αντίστοιχα). Η έντονη διαφοροποίηση στις $\overline{T_b}$ των πληθυσμών από το Μπάλο, το Ελαφονήσι και την Ανώπολη φαίνεται να ακολουθεί τις αντίστοιχα έντονες εποχιακές διακυμάνσεις των λειτουργικών θερμοκρασιών στις περιοχές αυτές. Το ίδιο ισχύει και για τη σχετική σταθερότητα των $\overline{T_b}$ του πληθυσμού από τη Λισσό. Στην περίπτωση του Θερίσσου, όμως, η εποχιακή διαφοροποίηση των $\overline{T_b}$ ήταν αναλογικά πολύ μικρότερη από τη διαφοροποίηση των παρατηρούμενων $\overline{T_e}$, γεγονός που

αποδίδεται στην θερμορυθμιστική στρατηγική του πληθυσμού (βλ. Παράγραφο 4.6.5).

Παρά το γεγονός ότι οι T_b των 5 πληθυσμών παρουσίασαν μεγάλο εύρος τιμών κατά τη διάρκεια της ημέρας (από 8,0 έως 13,6°C), δεν φάνηκε να ακολουθούν πιστά την ημερήσια διακύμανση των λειτουργικών θερμοκρασιών σε καμία από τις δύο εποχές δειγματοληψίας. Έτσι, όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 3.14, μπορεί να συλλαμβάνονταν ζώα με χαμηλές T_b κατά τις ζεστές μεσημεριανές ώρες ή ζώα με σχετικά υψηλές T_b το πρωί ή το απόγευμα.

Διαφορές στις θερμοκρασίες σώματος των δύο φύλων εντοπίστηκαν στον πληθυσμό από το Ελαφονήσι και μόνο την άνοιξη, και οριακά (p=0,05) στον πληθυσμό από την Ανώπολη και μόνο το καλοκαίρι. Το γεγονός ότι η διαφοροποίηση αυτή αφορά αποκλειστικά τους δύο αυτούς πληθυσμούς και δεν επαναλήφθηκε και στις δύο εποχές δειγματοληψίας αποτελεί σημείο προβληματισμού, όσον αφορά στην εγκυρότητα του αποτελέσματος. Επιπλέον, τα αποτελέσματα προηγούμενων μελετών για τα ελληνικά Lacertidae, δεν έδειξαν διαφορές στις T_b των δύο φύλων (Βαλάκος, 1990; Μαραγκού, 1997; Αδαμοπούλου, 1999; Παφίλης, 2003). Επομένως, θεωρήθηκε ότι οι θερμοκρασίες σώματος των 5 πληθυσμών μπορούν να ομαδοποιηθούν ως προς τα δύο φύλα.

Την άνοιξη, οι $\overline{T_b}$ όλων των πληθυσμών ήταν υψηλότερες από τις αντίστοιχες $\overline{T_e}$ των βιοτόπων τους, γεγονός που παραπέμπει σε στρατηγική ενεργητικής θερμορύθμισης. Οι πληθυσμοί από το Μπάλο και την Ανώπολη εμφάνισαν σημαντικά χαμηλότερες $\overline{T_b}$ (30,3°C και 30,5°C, αντίστοιχα) σε σχέση με τους πληθυσμούς από τα δύο φαράγγια (Λισσός: 32,8°C και Θέρισσο: 32,9°C), ενώ η $\overline{T_b}$ του πληθυσμού από το Ελαφονήσι (31,6°C) δεν διέφερε σημαντικά ούτε με τους μεν ούτε με τους δε. Όσον αφορά στον πληθυσμό της Ανώπολης, κάτι τέτοιο ήταν αναμενόμενο λόγω των χαμηλών T_e που, όπως αναφέρθηκε, καταγράφονται στην περιοχή την εποχή αυτή. Ενδιαφέρον, όμως, παρουσιάζει η διαφοροποίηση των T_b των υπολοίπων πληθυσμών, καθώς την άνοιξη, οι $\overline{T_e}$ των βιοτόπων τους δεν διέφεραν σημαντικά. Γιατί ο πληθυσμός του Μπάλου εμφάνισε τόσο χαμηλές T_b; (βλ. Παράγραφο 4.6.5). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η $\overline{T_b}$ ενός πληθυσμού της *P.*

erhardii την άνοιξη σε παράκτιο βιότοπο στην Άνδρο είχε βρεθεί περίπου ίση με 32,4°C (Παφίλης, 2003).

Εξίσου ενδιαφέρον φαίνεται το γεγονός ότι οι $\overline{T_b}$ των 5 υπό μελέτη πληθυσμών δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους το καλοκαίρι (34,0°C έως 35,2°C) παρά τις έντονες διαφοροποιήσεις (έως και 6°C) στις $\overline{T_e}$ των βιοτόπων τους. Είναι γνωστό ότι για να διατηρήσουν οι σαύρες σταθερές θερμοκρασίες σώματος σε βιοτόπους που διαφέρουν θερμικά, πρέπει είτε να υιοθετήσουν διάφορες φυσιολογικές και συμπεριφοριστικές προσαρμογές, είτε να αφιερώσουν περισσότερο χρόνο στη θερμορύθμιση (Hertz & Huey, 1981; Van Damme *et al.*, 1989; Adolph, 1990; Díaz, 1997).

Γίνεται, λοιπόν, εμφανές ότι οι θερμοκρασίες σώματος από μόνες τους ή συγκρινόμενες απλά με τις λειτουργικές θερμοκρασίες, δεν επαρκούν για να γίνει κατανοητό το θερμορυθμιστικό πρότυπο που ακολουθούν οι μελετώμενοι πληθυσμοί σαυρών. Για να γίνουν κατανοητοί οι λόγοι για τους οποίους οι σαύρες εμφανίζουν ποικιλία θερμοκρασιών σώματος (T_b) απαιτούνται γνώσεις τόσο για το ίδιο το ζώο, όσο και για το περιβάλλον του. Οι μέση τιμή των T_b που χρησιμοποιήθηκε παραπάνω δεν παρέχει αρκετές πληροφορίες ούτε για την κατανομή και τη διακύμανση των T_b, ούτε για το ποιά είναι η σχέση τους με το T_{set} του πληθυσμού που διαβιώνει στη συγκεκριμένη περιοχή. Έτσι, η ολοκληρωμένη προσέγγιση του θέματος αυτού απαιτεί τη χρήση των θερμοκρασιακών δεδομένων που περιγράφηκαν παραπάνω (T_{set}, T_e και T_b) σε συνδυασμό με τις επιπλέον πληροφορίες που παρέχονται από τους δείκτες $\overline{d_e}$ $\overline{d_b}$ και E, καθώς και τα ποσοστά των T_e και T_b που βρίσκονται κάτω, μέσα και πάνω από το T_{set} (Hertz *et al.*, 1993). Μία τέτοια προσέγγιση επιχειρείται στην Παράγραφο 4.6.5 που ακολουθεί.

4.6.5 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΘΕΡΜΟΡΥΘΜΙΣΗΣ

Ένα είδος σαύρας μπορεί να υιοθετήσει διαφορετικές στρατηγικές θερμορύθμισης σε διαφορετικούς βιοτόπους (Huey, 1982). Ο βαθμός στον οποίο ένας πληθυσμός ρυθμίζει τη θερμοκρασία του εξαρτάται από το συνεπαγόμενο κόστος αλλά και τα οφέλη της θερμορύθμισης και αντικατοπτρίζει τη θερμική και οικολογική ποιότητα του περιβάλλοντος στο οποίο διαβιώνει (Huey & Slatkin, 1976). Η θερμική ποιότητα του βιοτόπου

ενός πληθυσμού σαυρών καθορίζεται από τις διαθέσιμες λειτουργικές θερμοκρασίες, την κατανομή τους στο βιότοπο, δηλαδή τη θερμική ετερογένεια του ενδιαιτήματος, και τη σχέση τους με τις θερμικές προτιμήσεις των ζώων. Αντίστοιχα, η οικολογική ποιότητα καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τη διαθεσιμότητα τροφής και καταφυγίων και την παρουσία θηρευτών και ανταγωνιστών (Huey & Slatkin, 1976; Huey, 1982).

Σε γενικές γραμμές, τα ευρωπαϊκά Lacertidae θεωρούνται εύστοχοι και αποτελεσματικοί θερμορυθμιστές (Castilla *et al.*, 1999) και μία πρώτη ματιά στα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας επιβεβαιώνει την εκτίμηση αυτή και για την *P. cretensis*. Όλοι οι πληθυσμοί που μελετήθηκαν φαίνεται να επιλέγουν στρατηγικές ενεργητικής θερμορύθμισης, ενώ οι 4 από τους 5 αποδείχτηκαν αποτελεσματικοί θερμορυθμιστές.

Αναλυτικότερα, ο πληθυσμός από το Μπάλο, παρά το γεγονός ότι επιλέγει στρατηγική ενεργητικής θερμορύθμισης, εμφανίζεται ως ο λιγότερο – μεταξύ των 5 πληθυσμών- αποτελεσματικός θερμορυθμιστής και στις δύο εποχές. Ιδιαίτερα την άνοιξη, η τιμή του δείκτη E (0,44) βρίσκεται πιο κοντά στο μηδέν, παρά στη μονάδα, γεγονός που παραπέμπει σε περιστασιακή θερμορύθμιση. Παρά το γεγονός ότι η θερμική ποιότητα του Μπάλου είναι υψηλότερη από της Ανώπολης και ίδια με των υπολοίπων 3 περιοχών, ο πληθυσμός εμφανίζει την άνοιξη τη χαμηλότερη $\overline{T_b}$ (μαζί με της Ανώπολης) και τη χαμηλότερη ευστοχία θερμορύθμισης (υψηλό $\overline{d_b}$=3,56°C). Επιπλέον, το ποσοστό των T_b που συμπίπτουν με το T_{set} είναι με διαφορά το χαμηλότερο όλων των πληθυσμών (μόλις 5%, ενώ για τους υπόλοιπους πληθυσμούς κυμαίνεται από 23 έως 45%), ενώ καμία τιμή T_b δεν υπερβαίνει το T_{set}.

Το καλοκαίρι, ο πληθυσμός του Μπάλου παραμένει μέτριος θερμορυθμιστής (E=0,55). Η θερμική εικόνα του πληθυσμού, αν και καλύτερη από την εαρινή, παραμένει χειρότερη από των υπολοίπων 4, παρά το γεγονός ότι η θερμική ποιότητα του Μπάλου, όχι μόνο βελτιώνεται, αλλά είναι και η υψηλότερη μεταξύ των 5 περιοχών. Την εποχή αυτή, ο μόνος θερμικός περιορισμός που απασχολεί τα ζώα στο Μπάλο είναι οι υψηλές θερμοκρασίες κατά το μεσημέρι (βλ. Διάγραμμα 3.14), τις οποίες και αντιμετωπίζει με περιορισμό της δραστηριότητάς του σε δροσερότερες ώρες της ημέρας (βλ. Διάγραμμα 3.3). Εντούτοις, η ευστοχία της θερμορύθμισης του πληθυσμού παραμένει σχετικά χαμηλή ($\overline{d_b}$=1,27°C), διαφέροντας σημαντικά μόνο από του

πληθυσμού της Ανώπολης που εμφανίζεται ως η υψηλότερη ($\bar{d}_b$=0,49°C). Επίσης, όπως αναφέρθηκε, παρά το ότι οι $\overline{T_b}$ των 5 πληθυσμών δεν διέφεραν σημαντικά το καλοκαίρι, ο πληθυσμός του Μπάλου σημειώνει (μαζί με το Ελαφονήσι) το χαμηλότερο ποσοστό τιμών T_b μέσα στο T_{set} (33%), όταν των υπολοίπων πληθυσμών κυμάνθηκε σε αρκετά πιο υψηλά επίπεδα (48-53%). Το γεγονός αυτό αποδίδεται στις ακραίες T_b που μετρήθηκαν στα ζώα την εποχή αυτή και συνάδει με την ακρίβεια της θερμορύθμισης του πληθυσμού, που εμφανίζεται ως η χαμηλότερη όλων την εποχή αυτή (υψηλή Variance T_b=6,96).

Η χαμηλή αποτελεσματικότητα της θερμορύθμισης του πληθυσμού του Μπάλου το καλοκαίρι θα μπορούσε να ερμηνευτεί με βάση τη θεωρία των Blouin-Demers & Nadeau (2005), σύμφωνα με την οποία σε ευνοϊκά θερμικά περιβάλλοντα οι σαύρες δεν θερμορυθμίζουν αποτελεσματικά, διότι τα πλεονεκτήματα της ενεργητικής θερμορύθμισης (ή αλλιώς τα μειονεκτήματα της θερμοσυμμόρφωσης) είναι περιορισμένα, καθώς τα ζώα μπορούν παθητικά να πετύχουν θερμοκρασίες κοντά στο T_{set}, χωρίς να ξοδέψουν ενέργεια και χρόνο για θερμορύθμιση. Η άποψη αυτή, όμως, δεν υποστηρίζεται από την εικόνα που προκύπτει για τον ίδιο πληθυσμό την άνοιξη, δηλαδή την ακόμα πιο χαμηλή ευστοχία και αποτελεσματικότητα θερμορύθμισης σε μία εποχή όπου το θερμικό περιβάλλον δεν είναι ευνοϊκό.

Επομένως, εφόσον οι θερμικοί περιορισμοί για τον πληθυσμό του Μπάλου είναι οι ελάχιστοι συγκριτικά με των υπολοίπων, η χαμηλή αποτελεσματικότητα της θερμορύθμισής του πρέπει να οφείλεται σε άλλους οικολογικούς περιορισμούς. Παρά το γεγονός ότι τα ζώα έχουν εύκολα τη δυνατότητα να βρουν σημεία με ευνοϊκές θερμοκρασίες, για κάποιο λόγο τα αποφεύγουν. Η πιθανότερη ερμηνεία είναι ότι η επιλογή αυτή σχετίζεται με την αποφυγή θηρευτών, καθώς τα ανοιχτά σημεία που δέχονται τη μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία είναι και τα περισσότερο εκτεθειμένα. Υπενθυμίζεται ότι ο Μπάλος είναι μία περιοχή με χαμηλό ποσοστό κάλυψης από βλάστηση και πέτρες (70% ακάλυπτο έδαφος), επομένως ο εντοπισμός μίας σαύρας που λιάζεται από τους εναέριους θηρευτές της είναι εύκολος. Παραμένοντας, λοιπόν, σε σκιερά καταφύγια κερδίζει την ασφάλειά της, πληρώνοντας το τίμημα της μη αποτελεσματικής θερμορύθμισης. Και το τίμημα αυτό είναι μεγαλύτερο την άνοιξη απ' ότι το καλοκαίρι, καθώς τότε το θερμικό

περιβάλλον είναι λιγότερο ευνοϊκό και απαιτείται ακόμη μεγαλύτερη προσπάθεια και χρόνος αφιερωμένος τη θερμορύθμιση.

Αντίθετη εικόνα από αυτή του πληθυσμού του Μπάλου παρουσιάζει ο πληθυσμός της Ανώπολης. Ο πληθυσμός αυτός, διαβιώνει σε ένα χαμηλής θερμικής ποιότητας περιβάλλον, αντιμετωπίζοντας τους θερμικούς περιορισμούς που συνεπάγεται το υψόμετρο των 925m, δηλαδή χαμηλές T_e κυρίως την άνοιξη και λιγότερο το καλοκαίρι. Παρόλα αυτά αποδεικνύεται ιδιαίτερα εύστοχος και αποτελεσματικός θερμορυθμιστής, αναλογικά με τις δυνατότητες που προσφέρει κάθε εποχή.

Αναλυτικότερα, την άνοιξη η Ανώπολη εμφανίζει σημαντικά χαμηλότερη θερμική ποιότητα από τις υπόλοιπες 4 περιοχές μελέτης, με το 94% των T_e να βρίσκονται κάτω από το T_{set}. Εντούτοις, ο πληθυσμός πετυχαίνει το 25% των T_b μέσα στο T_{set}, ποσοστό παραπλήσιο με του πληθυσμού από το Ελαφονήσι και κατά πολύ μεγαλύτερο από του Μπάλου. Παρατηρώντας το Διάγραμμα 3.14 διαπιστώνεται ότι καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας οι T_b που πετυχαίνουν τα ζώα είναι υψηλότερες από τις διαθέσιμες T_e, γεγονός που αποδεικνύει ότι ο πληθυσμός αυτός υιοθετεί μηχανισμούς ενεργητικής θερμορύθμισης και μάλιστα με μεγάλη επιτυχία. Η ευστοχία της θερμορύθμισης είναι μεν χαμηλή ($\bar{d}_b$=2,91°C), αλλά είναι κατά πολύ υψηλότερη από τη θερμική ποιότητα της περιοχής ($\bar{d}_e$=9,66°C), γεγονός που αποτυπώνεται στην τιμή του δείκτη E, ο οποίος φανερώνει σχετικά αποτελεσματική θερμορύθμιση (E=0,70).

Το καλοκαίρι, οι θερμικές συνθήκες στην περιοχή βελτιώνονται σημαντικά, χωρίς να εξαλείφεται όμως το πρόβλημα των χαμηλών T_e (56% κάτω από το T_{set}). Η θερμική ποιότητα της περιοχής παραμένει η χαμηλότερη μετά του Θερίσσου. Εντούτοις, ο πληθυσμός της Ανώπολης εμφανίζει την υψηλότερη ευστοχία ($\bar{d}_b$=0,49°C) θερμορύθμισης από όλους τους μελετώμενους πληθυσμούς, με το 48% των τιμών των T_b που καταγράφηκαν να βρίσκεται μέσα στο T_{set}. Έτσι, αποδεικνύεται ιδιαίτερα αποτελεσματικός θερμορυθμιστής την εποχή αυτή (E=0,92).

Φαίνεται λοιπόν ότι ο πληθυσμός αυτός αντιμετωπίζει τους θερμικούς περιορισμούς που του επιβάλει ο βιότοπός του, υιοθετώντας μία στρατηγική αποτελεσματικής θερμορύθμισης, παρά το κόστος που μπορεί να συνεπάγεται μία τέτοια επιλογή, δηλαδή την απώλεια χρόνου και ενέργειας που θα

μπορούσε να αφιερώσει σε αναζήτηση τροφής και στην αναπαραγωγή, καθώς και την έκθεση του σε πιθανούς θηρευτές. Μία τέτοια επιλογή μπορεί να μαρτυρά υψηλή οικολογική ποιότητα του βιοτόπου, η οποία θα μείωνε το κόστος της θερμορύθμισης (Huey & Slatkin, 1976). Συνάδει όμως και με την άποψη που υποστηρίζει ότι σε μη ευνοϊκά θερμικά περιβάλλοντα οι σαύρες θερμορυθμίζουν πιο αποτελεσματικά, καθώς τα μειονεκτήματα της θερμοσυμμόρφωσης είναι αυξημένα, αφενός σε σχέση με τα πιο ήπια περιβάλλοντα, αφετέρου συγκριτικά με το κόστος της θερμορύθμιση (Blouin-Demers & Nadeau, 2005). Η τελευταία άποψη υποστηρίζεται και από τα αποτελέσματα άλλων μελετών σε Lacertidae (Gvozdík, 2002; Herczeg *et al.*, 2003), καθώς και σε άλλες οικογένειες σαυρών (Hertz *et al.*, 1993; Christian, 1998; Sepulveda *et al.*, 2008).

Ιδιαίτερα ικανοί θερμορυθμιστές αποδείχτηκαν και οι πληθυσμοί από τα δύο φαράγγια (Λισσός και Θέρισσο). Τόσο την άνοιξη, όσο και το καλοκαίρι εμφάνισαν υψηλή ευστοχία θερμορύθμισης, ενώ η τιμή του δείκτη E δεν έπεσε κάτω από το 0,82 για καμία εποχή. Αναλυτικότερα, την άνοιξη εμφάνισαν τις υψηλότερες $\overline{T_b}$, παρά το γεγονός ότι η θερμική τους ποιότητα ήταν αντίστοιχη με των υπολοίπων περιοχών (πλην της Ανώπολης), ενώ πέτυχαν και τις περισσότερες T_b μέσα στο T_{set} από κάθε άλλο πληθυσμό (40-45%). Έτσι, αποδείχτηκαν οι πλέον εύστοχοι ($\overline{d}_b$=1,3-1,11°C) και αποτελεσματικοί (E=0,82) θερμορυθμιστές για την εποχή αυτή.

Το καλοκαίρι η θερμική ποιότητα του Θερίσσου διαφοροποιήθηκε από αυτή της Λισσού. Η Λισσός εμφανίζεται σαφώς πιο ευνοϊκή το καλοκαίρι σε σύγκριση με την άνοιξη, με την αμέσως υψηλότερη (μαζί με το Ελαφονήσι) θερμική ποιότητα μετά το Μπάλο. Αντίθετα το Θέρισσο, όχι μόνο παρουσιάζει τη χαμηλότερη θερμική ποιότητα για την εποχή αυτή, αλλά είναι και η μοναδική περιοχή που εμφανίζεται ως λιγότερο ευνοϊκή το καλοκαίρι συγκριτικά με την άνοιξη. Εντούτοις, παρά τις σημαντικές θερμικές διαφορές στους βιοτόπους τους, οι δύο πληθυσμοί εμφανίζουν εξίσου υψηλή ευστοχία ($\overline{d}_b$=0,62°C) θερμορύθμισης (παραπλήσια με την εαρινή) και πετυχαίνουν (μαζί με την Ανώπολη) το υψηλότερο ποσοστό τιμών T_b μέσα στο T_{set} (50-53%). Έτσι τα ζώα από το Θέρισσο εμφανίζονται ως αποτελεσματικότεροι θερμορυθμιστές (E=0,91), σε σύγκριση με της Λισσού (E=0,85), καθώς πετυχαίνουν το ίδιο αποτέλεσμα σε λιγότερο ευνοϊκές συνθήκες.

Η υψηλή ευστοχία και αποτελεσματικότητα θερμορύθμισης που εμφανίζουν οι δύο αυτοί πληθυσμοί και στις δύο εποχές είναι πιθανό ότι οφείλεται στο κοινό τους σημείο: και οι δύο διαβιούν σε περιοχές με υψηλό ποσοστό κάλυψης από βλάστηση (70%) και πέτρες (20%), το οποίο παρέχει θερμική ετερογένεια και σημαντική προστασία από τους θηρευτές. Τα μικρά εξώθερμα ζώα, όπως η *P. cretensis* μπορούν να βιώσουν μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές, απλώς μετακινούμενα από ένα φρύγανο σε ένα ηλιόλουστο σημείο (Bauwens *et al.*, 1996). Εξάλλου, σύμφωνα με τους Sartorius *et al.* (2002) η ενεργητική θερμορύθμιση έχει πολύ μικρότερο κόστος σε περιοχές με θερμική ετερογένεια, ενώ η παράμετρος αυτή φαίνεται να παίζει μεγαλύτερο ρόλο στη θερμορυθμιστική στρατηγική που επιλέγουν οι σαύρες, από τις απόλυτες θερμοκρασίες. Έτσι, όταν οι πληθυσμοί αυτοί περιορίζονται από τις χαμηλές T_e, έχουν τη δυνατότητα να εκμεταλλευτούν την προστασία από τους θηρευτές που τους παρέχει η υψηλή εδαφική κάλυψη, προκειμένου να θερμορυθμίσουν. Αντίστοιχα, όταν περιορίζονται από τις υψηλές T_e, η μετακίνηση ανάμεσα στα δροσερά καταφύγια που έχουν στη διάθεσή τους, τους προσφέρει τη δυνατότητα να προστατευθούν από την υπερθέρμανση.

Η θερμική ετερογένεια είναι και ο κύριος λόγος για τον οποίο ο πληθυσμός από το Θέρισσο εμφανίζει υψηλή ευστοχία θερμορύθμισης το καλοκαίρι, παρά το γεγονός ότι η θερμική του ποιότητα εμφανίζεται (σύμφωνα με το δείκτη $\bar{d}_e$) τόσο χαμηλή. Όπως αναφέρθηκε, η χαμηλή θερμική ποιότητα του Θερίσσου το καλοκαίρι οφείλεται στην υψηλή διακύμανση των T_e και στις ακραίες (κυρίως υψηλές) τιμές που αυτές λαμβάνουν σε αρκετά μικροενδιαιτήματα, και που αποτυπώνονται στο δείκτη $\bar{d}_e$. Εντούτοις, η έντονη αυτή θερμική μωσαϊκότητα διευκολύνει τη θερμορύθμιση, καθώς η εναλλαγή ψυχρών και θερμών μικροενδιαιτημάτων επιτρέπει στα ζώα να θερμορυθμίζουν αποτελεσματικά και χωρίς κίνδυνο υπερθέρμανσης, όπως φαίνεται και από το χαμηλό ποσοστό των T_b που υπερβαίνουν το T_{set} (17%). Η εικόνα αυτή ερμηνεύει ίσως και τις μεγαλύτερες πληθυσμιακές πυκνότητες που εμφανίζει το είδος σε φαράγγια τόσο στην Κρήτη όσο και σε δορυφορικές της νησίδες (Λυμπεράκης, Αδημοσίευτα Δεδομένα).

Τέλος, ενδιάμεση εικόνα από των υπολοίπων πληθυσμών, εμφανίζει ο πληθυσμός από το Ελαφονήσι. Την άνοιξη, εμφανίζει ενδιάμεση $\overline{T_b}$, η οποία

δεν διαφέρει σημαντικά ούτε με τις υψηλές (Λισσός, Θέρισσο), ούτε με τις χαμηλές (Μπάλος, Ανώπολη) $\overline{T_b}$ που καταγράφηκαν την εποχή αυτή. Το ποσοστό των T_b που πετυχαίνει μέσα στο T_{set} (23%) είναι υψηλότερο από του πληθυσμού του Μπάλου (5%), χαμηλότερο από της Λισσού και του Θερίσσου (40-45%) και παραπλήσιο με της Ανώπολης, η οποία, όπως αναφέρθηκε, εμφανίζει σημαντικά χαμηλότερη θερμική ποιότητα την εποχή αυτή. Εξίσου μέτρια είναι και η θερμορυθμιστική ευστοχία του πληθυσμού ($\overline{d}_b$=1,97°C), η οποία τον κατατάσσει ενδιάμεσα από τις ομάδες των εύστοχων (Λισσός, Θέρισσο) και των λιγότερο εύστοχων (Μπάλος, Ανώπολη) θερμορυθμιστών, χωρίς όμως να διαφέρει σημαντικά ούτε με τους μεν ούτε με τους δε (πλην του Μπάλου). Εν τέλει, ο πληθυσμός από το Ελαφονήσι εμφανίζεται ως μέτριος θερμορυθμιστής την άνοιξη (E=0,67).

Το καλοκαίρι, η θερμική ποιότητα της περιοχής βελτιώνεται και είναι η δεύτερη υψηλότερη μαζί με της Λισσού και μετά του Μπάλου. Σε αντίθεση, όμως με τον πληθυσμό της Λισσού, ο πληθυσμός από το Ελαφονήσι έρχεται αντιμέτωπος με το πρόβλημα των υψηλών T_e με αποτέλεσμα να πετυχαίνει τις λιγότερες (μαζί με τον πληθυσμό του Μπάλου) T_b μέσα στο T_{set} (32%), και τις περισσότερες πάνω από αυτό (49%). Εντούτοις, η $\overline{T_b}$ του δεν διαφέρει σημαντικά με των υπολοίπων πληθυσμών, πιθανόν εξαιτίας των ακραίων T_b που καταγράφονται, όπως φαίνεται και από τη χαμηλή ακρίβεια θερμορύθμισης που εμφανίζει την εποχή αυτή (Variance T_b=5,06). Το γεγονός αυτό αποτυπώνεται στην τιμή του δείκτη της ευστοχίας ($\overline{d}_b$=0,95°C), η οποία επίσης δεν διαφέρει από των υπολοίπων πληθυσμών. Έτσι, ο πληθυσμός από το Ελαφονήσι εμφανίζεται ως αρκετά εύστοχος και αποτελεσματικός θερμορυθμιστής το καλοκαίρι (E=0,81).

Απ' ότι φαίνεται, ο πληθυσμός από το Ελαφονήσι επιλέγει την ενεργητική θερμορύθμιση, χωρίς όμως να επενδύει μεγάλη προσπάθεια σε αυτήν. Το αποτέλεσμα που πετυχαίνει είναι ικανοποιητικό και για τις δύο εποχές, αλλά σίγουρα μικρότερο από αυτό που θα μπορούσε να πετύχει με βάση το θερμικό περιβάλλον του. Είναι πιθανό, λοιπόν, για τον πληθυσμό αυτό τα πλεονεκτήματα της ακόμα πιο αποτελεσματικής θερμορύθμισης να είναι περιορισμένα, καθώς τα ζώα μπορούν με τη στρατηγική που ακολουθούν να πετύχουν θερμοκρασίες αρκετά κοντά στο T_{set} (Blouin-Demers & Nadeau, 2005). Επίσης, η επιλογή αυτή ενδέχεται να σχετίζεται και με τους

περιορισμούς που του επιβάλει ο βιότοπος του, δηλαδή τη σχετικά χαμηλή εδαφική κάλυψη (50% ακάλυπτο έδαφος), η οποία, όπως αναφέρθηκε και στην περίπτωση του Μπάλου, δεν παρέχει αρκετή προστασία από τους εναέριους θηρευτές. Για το λόγο αυτό, την άνοιξη που οι θερμικοί περιορισμοί οφείλονται στις χαμηλές T_e, ο πληθυσμός από το Ελαφονήσι εμφανίζει μέτρια θερμορυθμιστική αποτελεσματικότητα, καθώς δεν ρισκάρει την έκθεσή του σε ανοιχτό έδαφος, όπου θα μπορούσε να βρει υψηλότερες T_e. Αντίθετα, το καλοκαίρι που οι θερμικοί περιορισμοί οφείλονται στις υψηλές T_e, καταφέρνει να θερμορυθμίζει αρκετά αποτελεσματικά, περιορίζοντας τη δραστηριότητά του στις δροσερότερες πρωινές και απογευματινές ώρες (βλ. Διάγραμμα 3.3). Πρέπει να αναφερθεί ότι και στις δύο εποχές ο πληθυσμός από το Ελαφονήσι εμφανίζει πολύ μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα θερμορύθμισης από τον πληθυσμό του Μπάλου, παρά το γεγονός ότι οι βιότοποί τους μοιάζουν αρκετά. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται είτε στην κατά 20% υψηλότερη εδαφική κάλυψη που εμφανίζει το Ελαφονήσι συγκριτικά με το Μπάλο, είτε στην αυξημένη ένταση θήρευσης που πιθανόν να υφίσταται ο Μπάλος, καθώς αποτελεί πέρασμα κατά τη μετανάστευση των πουλιών (Ο.Α.ΔΥ.Κ., 1999).

Σε γενικές γραμμές, η θερμορυθμιστική στρατηγική των πληθυσμών που μελετήθηκαν φάνηκε να επηρεάζεται σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό από την εποχή. Οι υψηλότερες λειτουργικές θερμοκρασίες που καταγράφηκαν σε όλες τις περιοχές το καλοκαίρι είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας σώματος των ζώων, ενώ όλοι οι πληθυσμοί πέτυχαν περισσότερες T_b μέσα στο T_{set} την εποχή αυτή. Εκτός από τους πληθυσμούς της Λισσού και του Θερίσσου, οι οποίοι εμφάνισαν εξίσου υψηλή ευστοχία θερμορύθμισης και στις δύο εποχές, όλοι οι πληθυσμοί αποδείχτηκαν πιο εύστοχοι και αποτελεσματικοί θερμορυθμιστές το καλοκαίρι, γεγονός που συμφωνεί με τα αποτελέσματα άλλων μελετών σε Lacertidae (Van Damme *et al.*, 1987; Βαλάκος, 1990; Παφίλης, 2003; Αδαμοπούλου, 1999) αλλά και σε άλλες οικογένειες σαυρών (Huey & Pianka, 1977; Hertz *et al.*, 1993; Christian & Bedford, 1995; Schauble & Grigg, 1998; Hitchcock & McBrayer, 2006; Sepulveda *et al.*, 2008).

Η παρούσα μελέτη έδειξε ότι η *P. cretensis* προσαρμόζει τη θερμορυθμιστική της στρατηγική με βάση τις εκάστοτε συνθήκες, γεγονός που συνάδει και με το πολύ μεγάλο εύρος υψομετρικής κατανομής του είδους

από το ύψος της θάλασσας στις βραχονησίδες, μέχρι τα 2000m στο Λευκά Όρη. Σε ορεινές περιοχές όπως η Ανώπολη, όπου εξαιτίας του υψομέτρου οι θερμικοί περιορισμοί είναι έντονοι, εκμεταλλεύεται στο έπακρο όσες ευκαιρίες για θερμορύθμιση της προσφέρονται, τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας, όσο και κατά την εναλλαγή των εποχών. Αντίθετα, σε πιο ευνοϊκά θερμικά περιβάλλοντα, όπως ο Μπάλος και το Ελαφονήσι, όπου όμως άλλοι οικολογικοί περιορισμοί είναι αυξημένοι, ακολουθεί πιο συντηρητική στρατηγική, υπολογίζοντας περισσότερο το κόστος (έκθεση σε θηρευτές), από τα πλεονεκτήματα της αποτελεσματικής θερμορύθμισης. Επίσης, ο τύπος του ενδιαιτήματος στο οποίο διαβιώνει φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά τη θερμορυθμιστική στρατηγική που επιλέγει η *P. cretensis*. Έτσι, σε περιοχές με υψηλή εδαφική κάλυψη (π.χ. Λισσός, Θέρισσο), όπου απολαμβάνει τα πλεονεκτήματα της θερμικής ετερογένειας και της προστασίας από τους θηρευτές, εμφανίζει υψηλότερη ακρίβεια και αποτελεσματικότητα θερμορύθμισης, απ' ότι σε περιοχές ίδιας ή και υψηλότερης θερμικής ποιότητας (π.χ. Μπάλος, Ελαφονήσι), αλλά με χαμηλότερη εδαφική κάλυψη. Τέλος, η *P. cretensis*, αξιοποιεί τις αυξημένες ευκαιρίες για θερμορύθμιση που της προσφέρει το καλοκαίρι έναντι της άνοιξης και -όταν απαιτείται- αντιμετωπίζει με επιτυχία τον κίνδυνο της υπερθέρμανσης, είτε εκμεταλλευόμενη τη θερμική ετερογένεια του βιοτόπου της (π.χ. Θέρισσο), είτε αλλάζοντας την ημερήσια δραστηριότητά της (π.χ. Μπάλος, Ελαφονήσι).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα σημαντικότερα συμπεράσματα που προέκυψαν από την παρούσα εργασία είναι τα ακόλουθα:

- Οι αρσενικές σαύρες του είδους εμφανίζουν μεγαλύτερο ποσοστό συλληψιμότητας από τις θηλυκές.
- Το εαρινό πρότυπο ημερήσιας δραστηριότητας της *P. cretensis* είναι μονοκόρυφο, με μέγιστο τις τελευταίες πρωινές και πρώτες μεσημεριανές ώρες, ενώ το θερινό είναι δικόρυφο, με μέγιστα το πρωί και το απόγευμα.
- Οι διαφορετικοί βιότοποι δεν δείχνουν να επηρεάζουν την πυκνότητα των 5 πληθυσμών της *P. cretensis*.
- Το ποσοστό προσβολής της *P. cretensis* από εξωπαράσιτα δεν επηρεάζεται από την εποχή (άνοιξη-καλοκαίρι).
- Τα αρσενικά ζώα εμφανίζουν υψηλότερο ποσοστό προσβολής από εξωπαράσιτα και μεγαλύτερη κατ' άτομο αφθονία από τα θηλυκά.
- Οι 5 πληθυσμοί της *P. cretensis* υφίστανται ίση ένταση θήρευσης, σύμφωνα με τις ενδείξεις από το ποσοστό των κομμένων ή αναγεννημένων ουρών και το πείραμα προσομοίωσης θήρευσης.
- Οι θερμικές προτιμήσεις (επιλεγόμενο εύρος θερμοκρασιών) των 5 πληθυσμών που μελετήθηκαν δεν διέφεραν σημαντικά, γεγονός που ενισχύει την άποψη περί εξελικτικής συντηρητικότητας της θερμικής φυσιολογίας των σαυρών.
- Οι θερμικοί περιορισμοί που επιβάλουν οι 5 βιότοποι στην *P. cretensis* την άνοιξη, οφείλονται στις χαμηλές λειτουργικές θερμοκρασίες, ενώ το καλοκαίρι μπορεί να οφείλονται είτε στις χαμηλές (π.χ. Ανώπολη, Λισσός), είτε στις υψηλές λειτουργικές θερμοκρασίες (π.χ. Ελαφονήσι).
- Οι 5 πληθυσμοί που μελετήθηκαν μπορούν να χαρακτηριστούν ως ενεργητικοί θερμορυθμιστές.
- Η *P. cretensis* φαίνεται να προσαρμόζει τη θερμορυθμιστική της στρατηγική με βάση τις εκάστοτε συνθήκες. Όταν οι θερμικοί περιορισμοί είναι αυξημένοι, επιλέγει την με κάθε κόστος αποτελεσματική θερμορύθμιση. Αντίθετα, σε πιο ευνοϊκά θερμικά περιβάλλοντα και όταν άλλοι οικολογικοί περιορισμοί (π.χ. κίνδυνος θήρευσης) είναι αυξημένοι, ακολουθεί πιο συντηρητική στρατηγική,

υπολογίζοντας περισσότερο το κόστος από τα πλεονεκτήματα της αποτελεσματικής θερμορύθμισης.

- Ο τύπος του ενδιαιτήματος στο οποίο διαβιώνει επηρεάζει σημαντικά τη θερμορυθμιστική στρατηγική που επιλέγει η *P. cretensis*. Σε περιοχές με υψηλό ποσοστό εδαφικής κάλυψης (π.χ. Λισσός, Θέρισσο), όπου απολαμβάνει τα πλεονεκτήματα της θερμικής ετερογένειας και της προστασίας από τους θηρευτές, εμφανίζει υψηλότερη ακρίβεια και αποτελεσματικότητα θερμορύθμισης, απ' ότι σε περιοχές ίδιας ή και υψηλότερης θερμικής ποιότητας, αλλά με χαμηλότερο ποσοστό εδαφικής κάλυψης (π.χ. Μπάλος, Ελαφονήσι).
- Σε ορεινές περιοχές όπως η Ανώπολη, όπου εξαιτίας του υψομέτρου οι θερμικοί περιορισμοί είναι αυξημένοι, η *P. cretensis* εκμεταλλεύεται στο έπακρο όσες ευκαιρίες για θερμορύθμιση της προσφέρονται, τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας, όσο και κατά την εναλλαγή των εποχών.
- Η *P. cretensis* αξιοποιεί τις αυξημένες ευκαιρίες για θερμορύθμιση που της προσφέρει το καλοκαίρι έναντι της άνοιξης και -όταν απαιτείται- αντιμετωπίζει με επιτυχία τον κίνδυνο της υπερθέρμανσης, είτε εκμεταλλευόμενη τη θερμική ετερογένεια του βιοτόπου της (π.χ. Θέρισσο), είτε προσαρμόζοντας την ημερήσια δραστηριότητά της (π.χ. Μπάλος, Ελαφονήσι).

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

6.1 ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Adolph S.C., 1990. Influence of Behavioural Thermoregulation on Microhabitat Use by Two *Sceloporus* Lizards. Ecology, 71(1): 315-327.

Angilletta M.J.Jr., Hill T., Robson M.A., 2002. Is physiological performance optimized by thermoregulatory behaviour?: a case study of the eastern fence lizard, *Sceloporus undulates*. Journal of Thermal Biology, 27: 199-204.

Arnold E.N., 1987. Resource partitioning among lacertid lizards in Southern Europe. Journal of Zoology, 1: 739-782.

Arnold E.N., 2002. A Field Guide to the Reptiles and Amphibians of Britain and Europe. Collins, London.

Avery R.A., 1982. Field studies of body temperatures and thermoregulation. Pages 93-166 in Gans C. & Pough F.H., eds. Biology of the Reptilia. Vol. 12. Physiology C: Physiological ecology. Academic Press, New York.

Bakken G.S., 1981. How many equivalent black-body temperatures are there? Journal of Thermal Biology, 6: 59-60.

Bakken G.S., 1992. Measurement and Application of Operative and Standard Operative Temperatures in Ecology. American Zoologist, 32(2): 194-216.

Bakken G.S. & Gates D.M., 1975. Heat transfer analysis of animals: some implications for field ecology, physiology and evolution. Pages 255-290 in Gates D.M. & Schmerl R.B., eds. Perspectives of biophysical ecology. Springer, New York.

Bakken G.S., Santee W.R. & Erskine D.J, 1985. Operative and standard operative temperatures: tools for thermal energetics studies. American Zoologist, 25: 933-943.

Barber B.J. & Crawford E.C., 1977. A stochastic dual-limit hypothesis for behavioural thermoregulation in lizards. Physiological Zoology, 50: 53-60.

Bartholomew G.A., 1982. Physiological control of body temperature. Pages 167-211 in Gans C. & Pough F.H., eds. Biology of the Reptilia. Vol. 12. Physiology C: Physiological Ecology. Academic Press, New York.

Bartholomew G.A. & Tucker V.A., 1963. Control of changes in body temperature, metabolism, and circulation in the agamid lizard, *Amphibolurus barbatus*. Physiological Zoology, 36: 199-218.

Bartlett P.N. & Gates D.M., 1967. The energy budget of a lizard on a tree trunk. Ecology, 48: 316-322.

Bauwens D., Hertz P.E., Castilla A.M., 1996. Thermoregulation in a Lacertid Lizard: The Relative Contributions of Distinct Behavioural Mechanisms. Ecology, 77(6): 1818-1830.

Berk M.L. & Heath J.E., 1975. An analysis of behavioural thermoregulation in the lizard *Dipsosaurus dorsalis*. Journal of Thermal Biology, 1: 15-22.

Blouin-Demers G. & Nadeau P., 2005. The cost-benefit model of thermoregulation does not predict lizard thermoregulatory behaviour. Ecology 86(3): 560-566.

Bogert C.M., 1959. How reptiles regulate their body temperatures. Scientific American, 200: 105-120.

Böhme W., 1986. Handbuch der reptilien und amphibien Europas, 3. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, Germany.

Brana F., 1993. Shifts in body temperature and escape behaviour of female *Podarcis muralis* during pregnancy. Oikos, 66: 216-222.

Burridge M.J., 2001. Ticks (Acari: Ixodidae) spread by the international trade in reptiles and their potential roles in dissemination of diseases. Bulletin of Entomological Research, 91: 3-23.

Campbell G.S., & Norman J.M., 1998. An introduction to environmental biophysics. Springer, Berlin Heidelberg, New York.

Carpenter C.C., 1952. Comparative ecology of the common garter snake (*Thamnophis s. sirtalis*), the ribbon snake (*Thamnophis s. sauritus*), and Butler's garter snake (*Thamnophis butleri*) in mixed populations. Ecological Monographs, 22: 235-258.

Carretero M.A., Roig J.M., Llorente G.A., 2005.Variation in preferred body temperature in an oviparous population of *Lacerta* (*Zootoca*) *vivipara*. Herpetological Journal, 15: 51-55.

Castilla A.M. & Bauwens D., 1991. Thermal biology, microhabitat selection, and conservation of the insular lizard *Podarcis hispanica atrata*. Oecologia, 85: 366-374.

Castilla A.M. & Labra A., 1998. Predation and spatial distribution of the lizard *Podarcis hispanica atrata*: an experimental approach. Acta Oecologica, 19(2): 107-114.

Castilla A.M., Van Damme R., Bauwens D., 1999. Field body temperatures, mechanisms of thermoregulation and evolution of thermal characteristics in lacertid lizards. Natura Croatica 8(3): 253-274.

Christian K.A., 1998. Thermoregulation by the short-horned lizard (*Phrynosoma douglassi*) at high elevation. Journal of Thermal Biology 23(6): 395-399.

Christian K.A. & Bedford G.S., 1995. Seasonal Changes in Thermoregulation by the Frillneck Lizard, *Chlamydosaurus Kingii*, in Tropical Australia. Ecology, 76(1): 124-132.

Christian K.A. & Tracy C.R., 1981. The effect of the thermal environment on the ability of hatchling Galapagos land iguanas to avoid predation during dispersal. Oecologia (Berlin) 49: 218-223.

Christian K.A. & Tracy C.R., 1985. Physical and biotic determinants of space utilization by the Galapagos land iguana (*Conolophus pallidus*). Oecologia (Berlin), 66: 132-140.

Christian K.A. & Weavers B.W., 1996. Thermoregulation of Monitor Lizards in Australia: An Evaluation of Methods in Thermal Biology. Ecological Monographs, 66(2): 139-157.

Christian K.A., Tracy Ch.R. & Tracy C.R., 2006. Evaluating Thermoregulation in Reptiles: An Appropriate Null Model. The American Naturalist, 168: 421-430.

Clusella-Trullas S., Terblanche J.S., van Wyk J.H., Spotila J.R., 2007. Low repeatability of preferred body temperature in four species of Cordylid lizards: Temporal variation and implications for adaptive significance. Evolutionary Ecology, 21: 63-79.

Cowles R.B., & Bogert C.M., 1944. A preliminary study of the thermal requirements of desert reptiles. Bulletin of the American Museum of Natural History 82: 265-296.

Davis J. & Ford R.G., 1983. Home range in the western fence lizard (*Sceloporus occidentalis occidentalis*). Copeia, 1983: 933-940.

DeWitt C.B. & Friedman R.M., 1979. Significance of Skewness in Ectotherm Thermoregulation. American Zoologist, 19(1): 195-209.

Diaz J.A., 1997. Ecological correlates of the thermal quality of an ectotherm's habitat: a comparison between two temperate lizard populations. Functional Ecology, 11: 79-89.

Díaz J.A. & Cabezas-Díaz S., 2004. Seasonal variation in the contribution of different behavioural mechanisms to lizard thermoregulation. Functional Ecology, 18: 867-875.

Díaz J.A., Iraeta P., Monasterio C., 2006. Seasonality provokes a shift of thermal preferences in a temperate lizard, but altitude does not. Journal of Thermal Biology, 31: 237-242.

Fautin R.W., 1946. Biotic communities of the northern desert shrub biome in western Utah. Ecological Monographs, 16: 251-310.

Firth B.T. & Turner J.S., 1982. Sensory, neural, and hormonal aspects of thermoregulation. Pages 213-274 in Gans C. & Pough F.H., eds. Biology of the Reptilia. Vol. 12. Physiology C: Physiological Ecology. Academic Press, New York.

Grant B.W., 1990. Trade-offs in activity time and physiological performance for thermoregulating desert lizards, *Sceloporus merriami*. Ecology. 71: 2323-2333.

Grant B.W. & Dunham A.E., 1988. Thermally imposed time constraints on the activity of the desert lizard *Sceloporus merriami*. Ecology, 69(1): 167-176.

Grbac I. & Bawens D., 2001. Constaints on temperature regulation in two sympatric *Podarcis* lizards during autumn. Copeia, 1: 178-186.

Greenberg N., 1976. Thermoregulatory aspects of behaviour in the blue spiny lizard *Sceloporus cyanogenys* (Sauria, Iguanidae). Behaviour, 59: 1-21.

Gvozdík L., 2002. To heat or to save time? Thermoregulation in the lizard *Zootoca vivipara* (Squamata: Lacertidae) in different thermal environments along an altitudinal gradient. Canadian Journal of Zoology, 80: 479-492.

Gvozdík L. & Castilla A.M., 2001. A comparative study of preffered body temperatures and critical thermal tolerance limits among populations of *Zootoca vivipara* (Squamata: Lacertidae) along an altitudinal gradient. Journal of Herpetology, 35(3): 486-492.

Harris D.J., Arnold E.N. & Thomas R.H., 1998. Relationships of lacertid lizards (Reptilia: Lacertidae) estimated from mitochondrial DNA sequences and morphology. Proceedings of the Royal Society, London, 265(B): 1939-1948.

Harris D.J., Pinho C., Carretero M.A., Corti C., Böhme W., 2005. Determination of genetic diversity within the insular lizard *Podarcis tiliguerta* using mtDNA sequence data, with a reassessment of the phylogeny of *Podarcis*. Amphibia-Reptilia, 26: 401-407.

Heath J.E., 1964. Reptilian thermoregulation: evaluation of field studies. Science, 146(3645): 784-785.

Heath J.E., 1965. Temperature regulation and diurnal activity in horned lizards. University of California Publications in Zoology, 64: 97-136.

Heath J.E., 1970. Behavioural thermoregulation of body temperatures in poikilotherms. Physiologist, 13: 399-410.

Heatwole H.F., 1976. Reptile Ecology. University of Queensland Press, St. Lucia. Princeton University Press, Princeton.

Heinrich B., 1981. Ecological and evolutionary perspectives. Pages 235-302 in Heinrich B., ed. Insect thermoregulation. Wiley, New York.

Herczeg G., Kovacs T., Hettyey A., Merila J., 2003. To thermoconform or thermoregulate? An assessment of thermoregulation opportunities for the lizard *Zootoca vivipara* in the subarctic. Polar Biology, 26: 486-490.

Herczeg G., Gonda A., Saarikivi J., Merilä J., 2006. Experimental support for the cost-benefit model of lizard thermoregulation. Behavioural Ecology and Sociobiology, 60: 405-414.

Herczeg G., Herrero A., Saarikivi J., Gonda A., Jantti M., Merila J., 2008. Experimental support for the cost-benefit model of lizard thermoregulation: the effects of predation risk and food supply. Oecologia, 155: 1-10.

Hertz P.E., 1992. Temperature Regulation in Puerto Rican *Anolis* Lizards: A Field Test Using Null Hypotheses. Ecology, 73(4): 1405-1417.

Hertz P.E. & Huey R.B., 1981. Compensation for Altitudinal Changes in the Thermal Environment by Some *Anolis* Lizards on Hispaniola. Ecology, 62(3): 515-521.

Hertz P.E., Huey R.B. & Nevo E. 1983. Homage to Santa Anita: thermal sensitivity of sprint speed in agamid lizards. Evolution, 37: 1075-1084.

Hertz P.E., Huey R.B., Stevenson R.D., 1993. Evaluating Temperature Regulation by Field-Active Ectotherms: The Fallacy of the Inappropriate Question. The American Naturalist, 142(5): 796-818.

Hitchcock M.A. & McBrayer L.A., 2006. Thermoregulation in Nocturnal Ecthotherms: Seasonal and Intraspecific Variation in the Mediterranean Gecko (*Hemidactylus turcicus*). Journal of Herpetology, 40(2): 185-195.

Huey R.B., 1982. Temperature, physiology, and the ecology of reptiles. Pages 25-91 in Gans C. & Pough F.H., eds. Biology of the Reptilia. Vol. 12. Physiology C: Physiological ecology. Academic Press, New York.

Huey R.B., 1991. Physiological Consequences of Habitat Selection. The American Naturalist, 137: S91-S115.

Huey R.B. & Slatkin M., 1976. Cost and Benefits of Lizard Thermoregulation. The Quarterly Review of Biology, 51(3): 363-384.

Huey R.B. & Pianka E.R., 1977. Seasonal Variation in Thermoregulatory Behavior and Body Temperature of Diurnal Kalahari Lizards. Ecology, 58(5): 1066-1075.

Huey R.B. & Stevenson R.D., 1979. Integrating thermal physiology and ecology of ectotherms: a discussion of approaches. American Zoologist, 19: 357-366.

Huey R.B., Peterson C.R., Arnold S.J. & Porter W.P., 1989. Hot rocks and not so hot rocks: retreat-site selection by garter snakes and its thermal consequences. Ecology, 70: 931-944.

Kearney M. & Predavec M., 2000. Do Nocturnal Ectotherms Thermoregulate? A Study of the Temperate Gecko *Christinus marmoratus*. Ecology, 81(11): 2984-2996.

Krebs C.J., 1999. Ecological Methodology (2nd ed.). Addison Wesley Longman Inc., California.

Licht P., Dawson W.R., Shoemaker V.H., Main A.R., 1966. Observations on the thermal relations of western Australian lizards. Copeia, 1966: 97-110.

Lillywhite H.B., 1987. Temperature, energetics, and physiological ecology. Pages 422-477 in Siegel R.A., Collins J.T. and Novak S.S., eds. Snakes: ecology and evolutionary biology. Macmillan, New York.

Lymberakis P., Poulakakis N., Kaliontzopoulou A., Valakos E. & Mylonas M., 2008. Two new species of *Podarcis* (Squamata: Lacertidae) from Greece. Systematics and Biodiversity, 6: 307-318.

Marquez R., Cejudo D. & Perez-Mellado V., 1997. Selected body temperatures of four lacertid lizards from the Carary Islands. Herpetological Journal, 7: 122-124.

McCullough E.C. & Porter W.P., 1971. Computing clear day solar radiation spectra for the terrestrial ecological environment. Ecology, 52: 1008-1015.

Melville J. & Schulte J.A., 2001. Correlates of active body temperatures and microhabitat occupation in nine species of central Australian agamid lizards. Austral Ecology, 26: 660-669.

Norris K.S., 1953. The ecology of the desert iguana *Dipsosaurus dorsalis*. Ecology, 34: 265-287.

Norris K.S., 1967. Color adaptation in desert reptiles and its thermal relationships. Pages 162-229 in Milstead W.W., ed. Lizard ecology: a symposium. University of Missouri Press, Columbia.

Patterson J.W. & Davies P.M., 1978. Preferred body temperature: seasonal and sexual differences in the lizard *Lacerta vivipara*. Journal of Thermal Biology, 3: 39-41.

Pianka E.R., 1967. Lizard species diversity. Ecology, 48: 333-351.

Porter W.P. & Gates D.M., 1969. Thermodynamic equilibria of animals with environment. Ecological Monographs, 39: 227-244.

Porter W.P., Mitchell J.W., Beckman W.A. & DeWitt C.B., 1973. Behavioural implications of mechanistic ecology. Thermal and behavioural modelling of desert ectotherms and their microenvironment. Oecologia, 13: 1-54.

Pough F.H. & Gans C., 1982. The vocabulary of reptilian thermoregulation. Pages 17-23 in Gans C. & Pough F.H., eds. Biology of the Reptilia. Vol. 12. Physiology C: Physiological ecology. Academic Press, New York.

Pough F.H., Andrews R.M., Cadle J.E., Crump M.L., Savitzky A.H. & Wells K.D., 1998. Herpetology. Prentice Hall, New Jersey.

Reichling H., 1957. Transpiration und Vorzugstemperatur. mitteleuropaischer Reptilien und Amphibien. Zoologische Beitrage (Systematik), 67: 1-64.

Roughgarden J., Porter W.P. & Heckel D., 1981. Resource, partitioning of space and its relationship to body temperature in *Anolis* lizard populations. Oecologia (Berlin) 50: 256-264.

Salvador A., Veiga J.P., Martin J. & Lopez P., 1997. Testosterone supplementation in subordinate, small male lizards: consequences for aggressiveness, colour development, and parasite load. Behavioural Ecology, 8(2): 135-139.

Sartorius S.S., do Amaral J.P.S., Durtsche R.D., Deen C.M. & Lutterschmidt W.I., 2002. Thermoregulatory accuracy, precision and effectiveness in two sand-dwelling lizards under mild environmental conditions. Canadian Journal of Zoology, 80: 1966-1976.

Schäuble C.S. & Grigg G.C., 1998. Thermal ecology of the Australian agamid *Pogona barbata*. Oecologia 114: 461-470.

Scheers H. & Van Damme R., 2002. Micro-scale differences in thermal habitat quality and a possible case of evolutionary flexibility in the thermal physiology of lacertid lizards. Oecologia, 132: 323-331.

Schmidt-Nielsen K. & Dawson W.R., 1964. Terrestrial animals in dry heat: desert reptiles. Pages: 467-480 in Dill D.B. ed. Handbook of Physiology, Section 4: Adaptation to the Environment. American Physiological Society, Bethesda, Maryland.

Sepulveda M., Vidal M.A., Farina J.M., Sabat P., 2008. Seasonal and geographic variation in thermal biology of the lizard *Microlophus atacamensis* (Squamata: Tropiduridae). Journal of Thermal Biology, 33: 141-148.

Shine R. & Kearney M., 2001. Field studies of reptile thermoregulation: how well do physical models predict operative temperatures? Functional Ecology, 15: 282-288.

Spellerberg I.F., 1982. Biology of Reptiles: An Ecological Approach. Chapman and Hall, New York.

Stevenson R.D., 1985a. Body size and limits to the daily range of body temperature in terrestrial ectotherms. American Naturalist, 125: 102-117.

Stevenson R.D., 1985b. The relative importance of behavioural and physiological adjustments controlling body temperature in terrestrial ectotherms. American Naturalist, 126: 362-386.

Stevenson R.D., Peterson C.R. & Tsuji J.S., 1985. The thermal dependence of locomotion, tongue flicking, digestion and oxygen consumption in the wandering garter snake. Physiological Zoology, 58: 46-57.

Talleklint-Eisen L. & Eisen R., 1999. Abundance of ticks (Acari: Ixodidae) infesting the western fence lizard, *Sceloporus occidentalis*, in relation to environmental factors. Experimental and Applied Acarology, 23: 731-740.

Tanner W.W. & Jorgensen C.D., 1963. Reptiles of the Nevada Test Side. Brigman Young University Science Bulletin, Biology Series, 3: 1-31.

Tosini G. & Avery R., 1993. Intraspecific variation in lizard thermoregulatory set points: A thermographic study in *Podarcis muralis*. Journal of Thermal Biology, 18(1): 19-23.

Tosini G., Foa A., Avery R.A., 1992. Body temperatures and exposure to sunshine of ruin lizards *Podarcis sicula* in central Italy. Amphibia-Reptilia, 13: 169-175.

Tracy C.R., 1982. Biophysical modeling of reptilian physiology and ecology. Pages 275-321 in Gans C. & Pough F.H., eds. Biology of the Reptilia. Vol. 12. Physiology C: Physiological Ecology. Academic Press, New York.

Turner F.B., 1977. The dynamics of populations of Squamates, Crocodilians and Rhynhocephalians. Pages 157-264 in Gans C. & Tinkle D., eds. Biology of the Reptilia. Vol 7A. Academic Press, London.

Turner J.S. & Tracy C.R., 1986. Body size, homeothermy and the control of heat exchange in mammal-like reptiles. Pages 185-194 in Hotton N. III, MacLean P.D., Roth J.J., and Roth E.C., eds. The ecology and biology of mammal-like reptiles. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.

Underwood H., 1992. Endogenous rhythms. Pages 229-297 in Gans C. & Crews D., eds. Biology of the Reptilia. Vol. 18. University of Chicago Press, Chicago.

Valakos E.D., Pafilis P., Sotiropoulos K., Lymberakis P., Maragou P., Foufopoulos J., 2008. The Amphibians and Reptiles of Greece. Edition Chimaira, Frankfurt am Main.

Van Damme R., Bauwens D. & Verheyen R.F., 1986. Selected body temperatures in the lizard *Lacerta vivipara*: Variation within and between populations. Journal of Thermal Biology, 11(4): 219-222.

Van Damme R., Bauwens D. & Verheyen R.F., 1987. Thermoregulatory responses to environmental seasonality by the lizard *Lacerta vivipara*. Herpetologica, 43: 405-415.

Van Damme R., Bauwens D., Castilla A.M. & Verheyen R.F., 1989. Altitudinal variation of the thermal biology and running performance in the lizard *Podarcis tiliguerta*. Oecologia 80: 516-524.

Van Damme R., Bauwens D., Verheyen R.F., 1990. Evolutionary rigidity of thermal physiology: the case of the cool temperate lizard *Lacerta vivipara*. Oikos, 57: 61-67.

Vitt L.J. & Sartorius S.S., 1999. HOBOs, Tidbits and lizard models: the utility of electronic devices in field studies of ectotherm thermoregulation. Functional Ecology, 13: 670-674.

Waldschmidt S. & Tracy C.R., 1983. Interactions between a lizard and its thermal environment: implications for sprint performance and

space utilization in the lizard *Uta stansburiana*. Ecology 64: 476-484.

Wettstein O.V., 1952. Dreizehn neue Reptilienrassen von den Agaischen Inseln. Anzeiger der Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, Osterreichische Akademie der Wissenschaften, Wien, 15: 251-256.

6.2 ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Αδαμοπούλου Χ.Α., 1999. Δομή και λειτουργία ζωικών βιοκοινωνιών του εδάφους, με έμφαση στη σαύρα *Podarcis milensis* (Sauria: Lacertidae) σε νησιωτικά οικοσυστήματα του Αιγαίου. Διδακτορική διατριβή. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Βαλάκος Ε.Δ., 1990. Η οικολογία της σαύρας *Podarcis erhardii* (Bedriaga, 1882) (Sauria: Lacertidae) σε τυπικό νησιωτικό οικοσύστημα στη Νάξο. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Καλιοντζοπούλου Α., 2001. Στοιχεία φυσικής ιστορίας του ενδημικού υποείδους *Podarcis erhardii schiebeli* (Wettstein, 1952). Πτυχιακή διατριβή, Πανεπιστήμιο Κρήτης.

Μαραγκού Π., 1997. Συγκριτική μελέτη της οικολογίας των συμπατρικών ενδημικών ειδών σαυρών την Πελοποννήσου *Lacerta graeca* (Bedriaga, 1986) και *Podarcis peloponnesiaca* (Bibron & Borry, 1833). Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Οργανισμός Ανάπτυξης Δυτικής Κρήτης, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας, Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων, 1999. Πρόγραμμα Life Δυτικής Κρήτης "Διαχείριση και προστασία απειλούμενων βιοτόπων της δυτικής Κρήτης με οικοτόπους και είδη προτεραιότητας" - Διαχειριστικό σχέδιο για την Γραμβούσα.

Παφίλης Π., 2003. Προσαρμογές σαυρών της οικογένειας Lacertidae βάσει της θερμικής τους βιολογίας, του μεταβολικού τους ρυθμού και της φυλογενετικής τους ιστορίας. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών.