



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
Σχολή Γεωπονικών Επιστημών
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και
Αγροτικού Περιβάλλοντος



Εργαστήριο Διαχείριση
Οικοσυστημάτων και
Βιοποικιλότητας

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ
ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

‘Η συμβολή των λειμώνων στη
διατήρηση της βιοποικιλότητας
στην περιοχή του Βελεστίνου’

Φοιτήτρια: Τρυγώνα-Ειρήνη Γκανάκη
Επιβλέπων: Σφουγγάρης Αθανάσιος, Καθηγητής

ΒΟΛΟΣ, 2019

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. <u>660</u>
Ημερομηνία <u>26-2-2019</u>

Η συμβολή των λειμώνων στη διατήρηση της βιοποικιλότητας στην περιοχή του Βελεστίνου

Γκανάκη Τρυγώνα - Ειρήνη

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Σφουγγάρης Αθανάσιος, Καθηγητής Διαχείρισης Οικοτόπων και Βιοποικιλότητας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Επιβλέπων)

Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής Γεωργίας - Οικολογίας Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)

Παπαδόπουλος Νικόλαος, Καθηγητής Εφαρμοσμένης Εντομολογίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια, η εντατικοποίηση της γεωργίας, η επέκταση της αρδευόμενης καλλιεργήσιμης γης και η μετατροπή λιβαδικών εκτάσεων σε γεωργικές έχει επηρεάσει αρνητικά τη βιοποικιλότητα, μεταξύ των άλλων ομάδων οργανισμών, και την πανίδα των Αρθρόποδων και την ορνιθοπανίδα. Το Κιρκινέζι (*Falco naumanni*) είναι ένα είδος αρπακτικού πτηνού, του οποίου ο πληθυσμός έχει υποστεί μείωση εξ' αιτίας της ομοιογένειας του αγροτικού τοπίου. Γι' αυτό το λόγο, κατατάσσεται ως 'Τρωτό' στο Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων ζώων της Ελλάδας (2009). Αποτελεί ένα μικρόσωμο, εντομοφάγο, μεταναστευτικό είδος γερακιού, το οποίο αναπαράγεται στην Ευρώπη και μεταναστεύει στην υποσαχάρια Αφρική. Η πλειονότητα του αναπαραγωγικού πληθυσμού της Ελλάδας εντοπίζεται στη Θεσσαλία, ενώ τα ενδιαίτημα που καλύπτουν τις διατροφικές του ανάγκες είναι καλλιεργούμενες εκτάσεις και περιοχές με αραιή βλάστηση, όπως οι λειμώνες. Όσο αφορά στην παραγωγικότητα των λειμώνων, αυτή διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα ως αποτέλεσμα ανορθολογικής διαχείρισης τόσο στο παρελθόν, όσο και στο παρόν.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η διαθεσιμότητα και η επιλογή τροφής από το Κιρκινέζι σε τεχνητούς λειμώνες που δημιουργήθηκαν από μίγμα αγρωστωδών και ψυχανθών, συνολικής έκτασης 307 στρεμμάτων, σε λοφώδεις περιοχές με μακί οικοσυστήματα κοντά στους οικισμούς Βελεστίνο, Άγιος Γεώργιος και Μικρό Περιβολάκι Μαγνησίας. Οι σπορές πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του προγράμματος LIFE-Φύση «Διατήρηση και διαχείριση του Κιρκινεζιού (*Falco naumanni*) σε τρεις Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) της Ελλάδας». Σε πέντε επιλεγμένους τεχνητούς λειμώνες, πραγματοποιήθηκε μελέτη διαθεσιμότητας λείας για το Κιρκινέζι με την τοποθέτηση παγίδων παρεμβολής (pitfall traps) για την συλλογή εδαφόβιων Αρθρόποδων και πραγματοποίηση γραμμικών διαδρομών (line transects) για την εκτίμηση της πυκνότητας των Ορθόπτερων. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν ότι οι λειμώνες παρουσίασαν υψηλή αφθονία σε Formicidae της τάξης των Υμενόπτερων, Κολεόπτερα (Carabidae, Scarabaeidae, Elateridae, Tenebrionidae), Χειλόποδα, Διπλόποδα και Ισόποδα. Επιπλέον, την ίδια χρονιά καταγράφηκαν επιλογές ενδιαίτηματος τροφοληψίας του Κιρκινεζιού, με σκοπό την εκτίμηση της χρήσης των τεχνητών λειμώνων ως ενδιαιτημάτων τροφοληψίας από το Κιρκινέζι, σε σχέση με τις γειτονικές τους καλλιέργειες και λοιπές χρήσεις γης. Η λήψη παρατηρήσεων πραγματοποιούνταν με διόπτρες, από εποπτικές θέσεις, μία σε κάθε περιοχή, ώστε να εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή ορατότητα προς τους λειμώνες και τις γειτονικές τους

καλλιέργειες και άλλες χρήσεις γης. Από την ανάλυση των δεδομένων επιλογής ενδιαίτηματος προέκυψε ότι τα Κιρκινέζια χρησιμοποιούν τους λειμώνες ως ενδιαίτημα τροφοληψίας για την αναζήτηση της λείας τους στις συγκεκριμένες περιοχές. Συνεπώς, οι πολυετείς τεχνητοί λειμώνες μίγματος αγρωστωδών και ψυχανθών μπορούν να εγκατασταθούν σε λοφώδεις, οριακής αποδοτικότητας, γεωργική γη, συμβάλλοντας συγχρόνως στη διατήρηση του είδους και την πρόληψη από τη διάβρωση, με αποφυγή των ετήσιων οργανισμών.

SUMMARY

In recent years, the intensification of agriculture, the expansion of irrigated arable land and the conversion of grassland into agricultural land has negatively affected biodiversity, among other animal groups, Arthropods and avifauna. Lesser Kestrel (*Falco naumanni*) is a bird of prey, whose population has been reduced due to the homogeneity of the rural landscape. The species is classified as 'Vulnerable' in the Greek Red Book of Endangered Animals (2009). It is a small, insectivorous species of falcon, which breeds in Europe and migrates to sub-Saharan Africa. The majority of the breeding population in Greece is located in Thessaly, while the feeding habitat, which covers its nutritional needs, is cultivated land and areas with sparse vegetation, such as meadows. Meanwhile, the productivity of meadows is low, because of the improper management both in the past and present.

In the present study, food availability and feeding habitat selection of the Lesser Kestrel in artificial meadows were studied. The meadows, covering a total area of 30.7 hectares, were established using a mixture of grasses and legumes, in hilly areas with maquis ecosystems, in the vicinity of Velestino, Agios Georgios and Mikro Perivolaki at the Thessaly plain. The sowing took place in the framework of the LIFE Nature project "Conservation and management of the Lesser Kestrel (*Falco naumanni*) in three Special Protection Areas (SPAs) of Greece" coordinated by the Laboratory of Ecosystem and Biodiversity Management of the University of Thessaly. In five selected artificial meadows, a prey availability study was carried out with the installation of pitfall traps for the collection of terrestrial arthropods. The results showed, that the artificial meadows displayed high abundance of Formicidae of the order of Hymenoptera, Coleoptera (Carabidae, Scarabaeidae, Elateridae, Tenebrionidae), Chilopoda, Diplopoda and Isopoda. Additionally, during the same year, feeding habitat selection was recorded, in order to estimate the use of the meadows as a foraging habitat by the

Lesser Kestrel in comparison to other cultivations and land uses. The observations were carried out using binoculars from high vantage points, ensuring clear visibility for data collection. The analysis of habitat selection data showed that the Lesser Kestrel uses the artificial meadows as foraging habitat, and consequently, perennial artificial meadows consisting of legumes and grasses can be established at hilly, agricultural land of marginal productivity, for the conservation of the species and for erosion prevention because of the avoidance of annual plowing.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της πτυχιακής διατριβής μου Καθηγητή κ. Αθανάσιο Σφουγγάρη, για την υποστήριξη και τις υποδείξεις του, καθώς και για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το αντικείμενο της οικολογίας και της βιοποικιλότητας. Ευχαριστώ, ακόμη, τα μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής Καθηγητές κκ. Νικόλαο Δαναλάτο και Νικόλαο Παπαδόπουλο, για τη συμμετοχή τους στην αξιολόγηση της παρούσας διατριβής. Επίσης, οφείλω να ευχαριστήσω εκ βαθέων τους Υποψήφιους Διδάκτορες του Εργαστηρίου κκ. Κώστα Βλαχόπουλο, Χρήστο Χρηστάκη και κα. Μαρία Μακρή που με βοήθησαν κατά τη διεξαγωγή του πειράματος τόσο στο πεδίο και το εργαστήριο, όσο και στη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων. Τέλος, ευχαριστώ για την υποστήριξη την οικογένειά μου, τις φίλες μου Χριστίνα, Σεμίνα, Δήμητρα, Ελευθερία και το Γιώργο.

Η παρούσα μελέτη υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος LIFE+ Φύση: «Διατήρηση και διαχείριση του Κιρκινεζιού (*Falco naumanni*) σε τρεις Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) της Ελλάδας (LIFE11NAT/GR/001011)», που συντονίστηκε από το Εργαστήριο Διαχείρισης Οικοσυστημάτων και Βιοποικιλότητας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, είχε εταίρους την Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, την ΝCC ΕΠΕ, τον Φορέα Διαχείρισης της Περιοχής Οικοανάπτυξης Κάρλας – Μαυροβουνίου – Κεφαλόβρυσου Βελεστίνου και τον Δήμο Ρήγα Φεραίου και την οικονομική υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	10
2.1. Βιοποικιλότητα.....	10
2.2. Αγροοικοσυστήματα	11
2.3. Ο ρόλος της βιοποικιλότητας στη λειτουργία των αγροοικοσυστημάτων.....	12
2.4. Το Κιρκινέζι (<i>Falco naumanni</i>).....	13
2.4.1. Ταξινόμηση-Μορφολογία.....	13
2.4.2. Βιολογία.....	13
2.4.3. Πληθυσμός.....	17
2.4.4. Εξάπλωση στην Ελλάδα.....	18
2.4.5. Οικολογία.....	20
2.5. Λειμώνες.....	25
2.5.1. Σημασία των τεχνητών λειμώνων.....	25
2.5.2. Μίγματα σπόρων.....	27
3. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	29
4. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	30
4.1. Γενικά στοιχεία περιοχής έρευνας.....	30
4.2. Κλίμα-Μετεωρολογικά δεδομένα.....	33
4.3. Χρήσεις αγροτικής γης.....	34
5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	36
5.1. Επιλογή σημείων δειγματοληψίας.....	36
5.2. Παγίδες παρεμβολής (Pitfall traps).....	38
5.3. Γραμμικές διαδρομές (line transects).....	41
5.4. Εργαστηριακή ανάλυση δειγμάτων.....	42
5.5. Καταγραφή επιλογών ενδιαιτήματος τροφοληψίας.....	42
5.6. Στατιστική ανάλυση.....	43
5.7. Δείκτες ποικιλότητας Simpson και Shannon.....	44
5.8. Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (GIS).....	45
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	46
6.1. Λεία στις παγίδες παρεμβολής (pitfall traps).....	46
6.2. Αφθονία των Κολεοπτέρων των παγίδων παρεμβολής.....	47
6.3. Ποικιλότητα Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής.....	51
6.4. Zero inflated model.....	51

6.5. Σύγκριση της αφθονίας λείας των λειμώνων με αυτή διαφορετικών τύπων καλλιεργειών	53
6.6. Χρήση των λειμώνων και άλλων ενδαιτημάτων από το Κιρκινέζι.....	56
7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	58
7.1. Γενική αφθονία αρθροπόδων και αφθονία Κολεοπτέρων.....	59
7.2. Σύγκριση της αφθονίας λείας με την αντίστοιχη διαφόρων τύπων καλλιεργειών...	61
7.3. Συχνότητα χρήσης των λειμώνων από το Κιρκινέζι και σύγκριση με γειτονικά ενδαιτήματα	63
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	65
9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	67

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η συμβολή των λειμώνων στη διαθεσιμότητα λείας για το Κιρκινέζι (*Falco naumanni*) σε περιοχές γύρω από το Βελεστίνο Μαγνησίας. Ειδικότερα, λήφθηκαν δεδομένα για την ποικιλότητα και αφθονία των αρθροπόδων των λειμώνων που αποτελούν λεία για το Κιρκινέζι και παράλληλα καταγράφηκε η χρήση των λειμώνων ως ενδiciaτημάτων τροφοληψίας από το είδος.

Οι λειμώνες είναι εκτάσεις γης στις οποίες αναπτύσσεται πλώδης βλάστηση, ενώ η παρουσία των δέντρων είναι ελάχιστη έως μηδαμινή. Συνήθως η βλάστησή τους αποτελείται από ξηροθερμικά φυτά, που έχουν μικρές απαιτήσεις σε νερό. Ακόμη, η ύπαρξη της βλάστησης συμβάλλει στην προστασία του εδάφους από διάβρωση, διατηρεί και προφυλάσσει την πανίδα και βελτιώνει την αισθητική του τοπίου. Παράλληλα, οι λειμώνες αποτελούν εκτάσεις γης που έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο με την απομάκρυνση των άγριων φυτικών ειδών και την εγκατάσταση άλλων με τεχνητή σπορά (ειδικά μίγματα σπόρων). Σκοπός της εγκατάστασης των λειμώνων είναι η άμεση κατανάλωση από αγροτικά ζώα (βόσκηση) ή συγκομιδή των φυτών για τη δημιουργία ζωοτροφής.

Ωστόσο, στην Ελλάδα η παραγωγικότητα των λειμώνων βρίσκεται σε αρκετά χαμηλά επίπεδα ως απόρροια κακής διαχείρισης που εφαρμόστηκε στο παρελθόν αλλά εξακολουθεί να εφαρμόζεται μέχρι και σήμερα. Παρ' όλα αυτά, σήμερα, με την εξέλιξη των μεθόδων βελτίωσης της βλάστησης, η κατάσταση των λιβαδικών εκτάσεων μπορεί να διορθωθεί και η παραγωγικότητα να αυξηθεί, ανάλογα με τον τύπο του υποβαθμισμένου λιβαδιού. Η διατήρηση της υψηλής παραγωγικότητας των βελτιωμένων λειμώνων εξαρτάται από τον τρόπο διαχείρισής τους σε συνδυασμό με την κανονική βόσκηση, ενώ παράλληλα με την αύξηση της παραγωγής θα πρέπει να εξασφαλίζονται προϊόντα και υπηρεσίες σε αειφορική βάση.

Το Κιρκινέζι αποτελεί έναν αρκετά διαδεδομένο και τοπικά κοινό καλοκαιρινό 'επισκέπτη' στην Ελλάδα. Μέχρι τη δεκαετία του 1960 ο πληθυσμός του διατηρούνταν σε αφθονία, ενώ από τότε έχει υποστεί έντονη μείωση, σχεδόν καθ' όλη τη διάρκεια αναπαραγωγής του. Η πλειοψηφία του σημερινού αναπαραγωγικού πληθυσμού εντοπίζεται στη Θεσσαλία, ενώ πολύ μικρότεροι πληθυσμοί συναντώνται σε άλλες περιοχές της ηπειρωτικής χώρας και στα νησιά Λήμνο και Λέσβο. Η μείωση του πληθυσμού του είδους στην Ελλάδα έχει προέλθει

κυρίως από την επέκταση της αρδευόμενης καλλιεργήσιμης γης και της εντατικοποίησης της γεωργίας (χρήση φυτοφαρμάκων σε Ελλάδα και Αφρική). Ακόμη, αρνητικά στον πληθυσμό του Κίρκινεζιού έχει συντελέσει η συρρίκνωση της έκτασης σιτηρών, η μετατροπή λιβαδικών εκτάσεων σε γεωργικές, αλλά και η έλλειψη θέσεων φωλιάσματος.

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1. Βιοποικιλότητα

Πολλοί έχουν προσπαθήσει να ορίσουν την έννοια της βιοποικιλότητας και την αρχή έκανε ο Charles Darwin (1859) διατυπώνοντας: «Υπάρχει μεγαλείο σε αυτή τη θεώρηση της ζωής, με τις ποικίλες δυνάμεις, κατά την οποία αρχικά ο δημιουργός έδωσε ζωή σε λίγες μορφές ή σε μία. Και τη στιγμή που αυτός ο πλανήτης στρέφεται σύμφωνα με τους νόμους της βαρύτητας, φαίνεται πως από ένα τόσο απλό ξεκίνημα αναπτύχθηκαν και εξελίχθηκαν άπειρες μορφές, τόσο όμορφες και τόσο αξιοθαύμαστες».

Η πρώτη προσπάθεια περιγραφής του περιεχομένου του όρου «βιολογική ποικιλότητα» (ή «βιοποικιλότητα») έγινε το 1987: «Η βιοποικιλότητα αναφέρεται στην ποικιλία και ποικιλομορφία ανάμεσα στους ζώντες οργανισμούς και τα οικολογικά συμπλέγματα στα οποία ανήκουν (...) Ο όρος περιλαμβάνει τα διαφορετικά οικοσυστήματα, τα είδη, τα γονίδια και τη σχετική τους αφθονία» (Office of Technological Assessment, 1987). Τελικά, η έννοια της βιοποικιλότητας είναι πολυδιάστατη και σύμφωνα με τον Noss (1990): «Η βιοποικιλότητα σημαίνει διαφορετικά πράγματα για διαφορετικούς ανθρώπους», παρατηρώντας ότι θα ήταν πιο σωστό να προσπαθήσουμε να την εξηγήσουμε, παρά να την ορίσουμε.

Έτσι, ακόμη και σήμερα, η βιοποικιλότητα δεν είναι μία πλήρως διασαφηνισμένη έννοια που να μπορεί να μετρηθεί με ευκολία, μιας και θα προκύψουν διαφορετικά συμπεράσματα ανάλογα με την οπτική γωνία που θα παρατηρηθεί. Τα τελευταία χρόνια, που η επίδραση της βιοποικιλότητας στη λειτουργία των οικοσυστημάτων έχει τεκμηριωθεί, χρησιμοποιείται η λειτουργική ποικιλότητα ως μέτρο υπολογισμού της βιοποικιλότητας (Δημητρακόπουλος, 2010). Ειδικότερα, γίνεται διερεύνηση των μορφολογικών, φυσιολογικών ή φαινολογικών χαρακτηριστικών των ειδών, σε ατομικό επίπεδο, ενώ εξετάζεται ο τρόπος που αυτά επηρεάζουν τη λειτουργία του οικοσυστήματος (Γραμματικάκη, 2012).

Συμπερασματικά, εφόσον δεν χρησιμοποιείται κάποια κοινή μέθοδος εκτίμησης της βιοποικιλότητας, εφαρμόζεται συνήθως εκείνη που προβάλλει τις αξίες που έχουν οριστεί ως βασική προτεραιότητα του ερευνητή (χρησιμοποιώντας αντίστοιχους δείκτες).

2.2. Αγροοικοσυστήματα

Τα οικοσυστήματα που χρησιμοποιούνται από τη γεωργική δραστηριότητα και αποτελούνται από πολυκαλλιέργειες, μονοκαλλιέργειες, αλλά και αγρο-δασολιβαδικά συστήματα, καθώς και καλλιέργειες σε αγρανάπαυση, ονομάζονται αγροοικοσυστήματα (Pimbert, 1999). Τα αγροοικοσυστήματα, σήμερα, καταλαμβάνουν περίπου το 40% των χερσαίων εκτάσεων της γης και διαθέτουν μια σειρά λειτουργικών χαρακτηριστικών που τα ξεχωρίζουν από τα φυσικά οικοσυστήματα (Foley *et al.*, 2005). Στόχος τους είναι η παραγωγή προϊόντων για να καλύψουν τις ανθρώπινες ανάγκες, ενώ εκτός από τις βιολογικές λειτουργίες που υποστηρίζουν και τα φυσικά οικοσυστήματα, χαρακτηρίζονται από ένα σύνολο κοινωνικοοικονομικών λειτουργιών.

Τα αγροτικά οικοσυστήματα διαθέτουν τέσσερα βασικά χαρακτηριστικά (Conway, 1987):

- i. Παραγωγικότητα (productivity), που ορίζεται ως η απόδοση (σοδειά, διατροφική αξία, προσφορά εργασίας και αισθητικές αξίες) σε σχέση με την εισροή πόρων (γη, εργασία, κεφάλαιο). Η παραγωγικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να συγκριθεί η αποδοτικότητα δύο αγροοικοσυστημάτων. Τέλος, σε βάθος χρόνου η παραγωγικότητα μπορεί να έχει διακυμάνσεις (αύξηση, μείωση, σταθερότητα).
- ii. Σταθερότητα (stability) στην παραγωγή σε περίπτωση εναλλαγών σε φυσικές, βιολογικές, κοινωνικές και οικονομικές παραμέτρους που επηρεάζουν το εν λόγω αγροοικοσύστημα.
- iii. Αειφορία (sustainability), η ικανότητα δηλαδή του αγροοικοσυστήματος να διατηρήσει την παραγωγικότητά του σε περίπτωση πολύ έντονου στρες. Το στρες μπορεί να είναι σύντομο ή συνεχές, όπως η τοξικότητα, η διάβρωση του εδάφους, ή η μείωση της ζήτησης του προϊόντος στην αγορά. Ωστόσο, μπορεί να είναι αιφνίδιο με μη αναμενόμενα αποτελέσματα, όπως μία ξαφνική ξηρασία ή πλημμύρα, ή η εμφάνιση ενός νέου ζιζανίου. Συνεπώς, η αειφορία προσδιορίζει την αντοχή ή την ανθεκτικότητα της παραγωγικότητας του αγροοικοσυστήματος, κάτω από γνωστές ή πιθανές συνθήκες.

- iv. Ισοδυναμία (equitability), που προσδιορίζει ουσιαστικά τη δίκαιη κατανομή της παραγωγικότητας του αγροοικοσυστήματος στους δικαιούχους («νοικοκυριό», χωριό, ή όλο τον πληθυσμό της χώρας). Αποτελεί δηλαδή τη διανομή της συνολικής παραγωγής των αγαθών ή υπηρεσιών που αποδίδει το εκάστοτε αγροτικό οικοσύστημα, σε όσους είναι δικαιούχοι.

Τα αγροοικοσυστήματα, εκτός από τα τέσσερα βασικά χαρακτηριστικά, διακρίνονται ακόμα από τη διατήρηση υλικών και ενέργειας, την ποικιλία, την αυτονομία, την εισοδό τους στο εμπόριο αλλά και την πολιτισμική τους αποδοχή. Διαμέσου ενός εκ των τεσσάρων χαρακτηριστικών που αναλύονται παραπάνω, απορρέει η κοινωνική αξία των αγροτικών οικοσυστημάτων.

Συμπερασματικά, τα αγροοικοσυστήματα χαρακτηρίζονται για την πολυπλοκότητα τους, ενώ οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ φυσικών και βιολογικών διαδικασιών, αλλά και ανθρώπινων αποφάσεων τα καθιστούν δυναμικά συστήματα με ποικίλες εισροές και εκροές (Antle *et al.*, 2001). Τέλος, πρέπει να διαθέτουν την ικανότητα της αντοχής σε μεγάλες μεταβολές, αλλά και της επαναφοράς στην αρχική τους κατάσταση (Vandermeer *et al.*, 1998).

2.3. Ο ρόλος της βιοποικιλότητας στη λειτουργία των αγροοικοσυστημάτων

Η ποικιλομορφία ενός οικοσυστήματος σε κάθε χρονική στιγμή είναι το αποτέλεσμα μιας δυναμικής διαδικασίας που περιλαμβάνει την ταυτόχρονη εξέλιξη των ειδών που αποτελούν τη βιολογική κοινότητα μέσα στο συγκεκριμένο οικοσύστημα, με αλληλεπίδραση μεταξύ τους και με το αβιοτικό περιβάλλον (Garbach *et al.*, 2014). Στα αγροοικοσυστήματα, ο ρόλος του αγρότη είναι μείζονος σημασίας, αφού ο ίδιος επιλέγει ποιοι οργανισμοί θα είναι παρόντες, ελέγχει το αβιοτικό περιβάλλον και παρεμβαίνει στον πληθυσμό συγκεκριμένων οργανισμών (ζιζάνια, παράσιτα κ.α.). Έτσι η ποικιλομορφία ενός αγροτικού οικοσυστήματος δεν εξαρτάται μόνο από τον αριθμό των ειδών και των γενοτύπων, αλλά και από τις σχέσεις μεταξύ τους στο χώρο και στο χρόνο. Έχουν καταγραφεί πολλά οφέλη της βιοποικιλότητας στα αγροοικοσυστήματα μέχρι σήμερα. Ο Altieri (1999) αναφέρει ότι μερικά από αυτά είναι η ανακύκλωση των θρεπτικών συστατικών, ο έλεγχος του τοπικού μικροκλίματος, η ρύθμιση των τοπικών υδρολογικών διαδικασιών, η εξουδετέρωση τοξικών χημικών ουσιών κ.α.

2.4. Το Κιρκινέζι (*Falco naumanni*)

2.4.1. Ταξινόμηση-Μορφολογία

Το Κιρκινέζι (*Falco naumanni* Fleischer, 1818) είναι ένα είδος μικρόσωμου, μεταναστευτικού γερακιού, το οποίο κατατάσσεται στην οικογένεια των Ιερακίδων (Falconidae) της τάξης Ιερακόμορφα (Falconiformes). Μορφολογικά, το μήκος του σώματός του κυμαίνεται από 28 έως 33 cm, οι πτέρυγές του είναι μακριές και μυτερές με άνοιγμα 60-72 cm (Rodríguez *et al.*, 2010), ενώ το βάρος του κυμαίνεται από 120 έως 140 g (Rodríguez *et al.*, 2013). Ακόμη μια ιδιαιτερότητα που παρουσιάζει το Κιρκινέζι, αλλά και τα περισσότερα γεράκια, είναι ο έντονος φυλετικός διμορφισμός, δηλαδή η ανάπτυξη ευδιάκριτων φαινοτυπικών διαφορών μεταξύ θηλυκών και αρσενικών ατόμων σε ένα είδος ή πληθυσμό (π.χ. μέγεθος, χρώμα κ.α.). Πιο συγκεκριμένα, στο αρσενικό το κεφάλι, ο τράχηλος και η ουρά είναι γκριζα, ενώ η ράχη του καστανοκόκινη χωρίς κηλίδες ή ραβδώσεις. Αντίθετα, το θηλυκό είναι ελάχιστα μεγαλύτερο από το αρσενικό (Tella, *et al.*, 1996b), με κεφάλι, ράχη, τράχηλο και ουρά καστανοκόκινα με χαρακτηριστικές σκουρόχρωμες κηλίδες ή ραβδώσεις. Ωστόσο, υπάρχουν κάποιες ομοιότητες και στα δύο φύλα, όπως η κάτω επιφάνεια του σώματος τους και η ουρά τους που είναι οξύληκτη και χαρακτηρίζεται από μία σκουρόχρωμη λωρίδα στην κάτω επιφάνεια (Χανδρινός και Δημητρόπουλος, 1982). Το κήρωμά τους είναι κίτρινο και τα νύχια τους ανοιχτόχρωμα. Τέλος, τα ανώριμα άτομα μοιάζουν με θηλυκά.

Το Κιρκινέζι αποτελεί μονοτυπικό είδος και μοιάζει ιδιαίτερα με το ελαφρώς μεγαλύτερό του Βραχοκιρκινέζο (Helbig, *et al.*, 1994). Είναι συμπατρικά είδη και παρουσιάζουν σημαντικές φαινοτυπικές ομοιότητες. Ωστόσο, το Βραχοκιρκινέζο είναι επιδημητικό στην Ελλάδα.

2.4.2. Βιολογία

Αναπαραγωγή

Αντίστοιχα με τα υπόλοιπα πτηνά, υπάρχουν έτσι και για το Κιρκινέζι σαφείς περίοδοι στο βιολογικό τους κύκλο. Όπως προαναφέρθηκε, αποτελεί ένα μεταναστευτικό είδος και έτσι τους εαρινούς και θερινούς μήνες σχηματίζει αναπαραγωγικές αποικίες στο Βόρειο Ημισφαίριο, ενώ στη συνέχεια μεταναστεύει και διαχειμάζει στην υποσαχάρια Αφρική. Η αναπαραγωγή του Κιρκινεζιού

πραγματοποιείται μία φορά το χρόνο από τα μέσα της άνοιξης έως τις αρχές του καλοκαιριού. Είναι είδος μονογαμικό και τα ζευγάρια διαρκούν μόνο για μία αναπαραγωγική περίοδο. Επιλέγει να φωλιάζει δίπλα σε άλλα ζευγάρια του ίδιου είδους δημιουργώντας αποικίες αποτελούμενες από 15-20 ζευγάρια ή περισσότερα.

Σύμφωνα με τους Rodríguez and Bustamante (2003) ο ετήσιος βιολογικός κύκλος του Κιρκινεζιού αποτελείται από έξι περιόδους, οι οποίες στο χώρο της Μεσογείου είναι:

I. Φεβρουάριος-Μάρτιος: Αφίξεις

Από τις αρχές του Φεβρουαρίου έως το τέλος Μαρτίου, ανάλογα με την περιοχή, τα Κιρκινέζια καταφθάνουν στις αναπαραγωγικές αποικίες και ξεκινά η διαδικασία της ερωτοτροπίας με σκοπό τον σχηματισμό των ζευγαριών. Βέβαια, έχουν καταγραφεί περιπτώσεις πολυγυνίας, συζεύξεις και ωτοκία εκτός ζευγαριού, παρότι στο είδος κυριαρχεί η μονογαμία (Negro *et al.*, 1996; Alcaide *et al.*, 2005). Έως και δύο μήνες πριν την αναπαραγωγή, καταφθάνουν στην αποικία τα πρώτα Κιρκινέζια, συνήθως ενήλικα, με αποτέλεσμα την αισθητή μείωση της τροφής, ενώ εκείνα που θα αναπαραχθούν για πρώτη φορά φτάνουν μετέπειτα (Serrano *et al.*, 2003). Τα αρσενικά Κιρκινέζια εντοπίζουν τις διαθέσιμες φωλιές, τις διεκδικούν και εγκαθίστανται σ' αυτές, ενώ ύστερα μπαίνουν σε μια διαδικασία επίδειξης ώστε να προσελκύσουν τα θηλυκά (Aparicio and Bonal, 2002; Serrano *et al.*, 2003). Αυτή η διαδικασία λαμβάνει χώρα στην αρχή της περιόδου Φεβρουαρίου –Μαρτίου. Επιπλέον, οι συζεύξεις μεταξύ αρσενικού και θηλυκού είναι επανειλημμένες ακόμη και πριν την αναπαραγωγική περίοδο, ώστε ο δεσμός μεταξύ του ζευγαριού να δυναμώσει. Οι συζεύξεις πληθαίνουν μέχρι την ωτοκία, προς εξασφάλιση της πατρότητας των απογόνων από το αρσενικό (Negro, Donázar and Hiraldo, 1992). Τέλος, υπάρχουν άτομα στις αποικίες τα οποία δεν ζευγαρώνουν.

II. Μέσα Απριλίου-αρχές Μαΐου: Ερωτοτροπία-Ωτοκία

Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου έχουν σχηματιστεί τα ζευγάρια, παρατηρούνται έντονες συμπεριφορές ερωτοτροπίας και έτσι τα θηλυκά γονιμοποιούνται, ωτοκοούν και περνούν περισσότερο χρόνο στις αποικίες. Για την έναρξη της εναπόθεσης των αυγών από το θηλυκό πρέπει να υπάρχει επάρκεια

τροφής. Σύμφωνα με έρευνες, έχει παρατηρηθεί ότι εκείνα τα θηλυκά που έχουν τραφεί επαρκώς, ωοτοκούν νωρίτερα και γεννούν περισσότερα αυγά (Food Supply Hypothesis) (Aparicio and Bonal, 2002). Το αρσενικό φροντίζει για την εξασφάλιση της λείας την οποία προσφέρει στο θηλυκό ώστε να καλυφθούν οι τροφικές της ανάγκες. Αυτή η διαδικασία ξεκινά περίπου 16 ημέρες πριν την ωοτοκία και ολοκληρώνεται μετά από αυτή (Donazar, Negro and Hiraldo, 1992).



Εικόνα 2.4.2.α. Ζεύγος Κιρκινεζιών σε τεχνητή φωλιά. (© Εργαστήριο Διαχείρισης Οικοσυστημάτων και Βιοποικιλότητας Π.Θ. 2015)

III. Αρχές Μαΐου-αρχές Ιουνίου: Επώαση αυγών

Ο αριθμός των αυγών ανά φωλιά μπορεί να είναι από δύο έως έξι, συχνότερα τέσσερα ή πέντε. Τα αυγά δεν εκκολάπτονται όλα ταυτόχρονα, αλλά υπάρχει περίπτωση να μεσολαβήσει διάστημα δύο ή ακόμα και πέντε ημερών. Η ασύγχρονη εκκόλαψη των αυγών έχει ως αποτέλεσμα κάποιοι από τους νεοσσούς να είναι μικρότεροι σε μέγεθος, άρα πιο αδύναμοι και ευάλωτοι στην έλλειψη τροφής (Aparicio, 1997). Επιπλέον, κατά την επώαση των αυγών λαμβάνουν μέρος και οι δύο γονείς. Αξίζει να σημειωθεί ότι μόνο σε σπάνιες περιπτώσεις (3%)



Εικόνα 2.4.2. β. Επώαση αυγών από θηλυκό Κιρκινέζι σε τεχνητή φωλιά. (© Εργαστήριο Διαχείρισης Οικοσυστημάτων και Βιοποικιλότητας Π.Θ. 2015)

ο αριθμός των αυγών δίνει ισάριθμους νεοσσούς, σε μία φωλιά. Όταν όμως τα αυγά είναι υπεράριθμα, ακόμη και αν υπάρχουν απώλειες, θεωρείται επιτυχημένη η αναπαραγωγική διαδικασία (Insurance-egg Hypothesis) (Aparicio, 1997).

IV. Αρχές Ιουνίου-αρχές Ιουλίου: Ανατροφή νεοσσών

Για την επάρκεια της τροφής και τη θρέψη, όπως είναι φυσικό, φροντίζουν και οι δύο γονείς (Aparicio, Bonal and Munoz, 2007). Ειδικότερα, ο κάθε γονέας σε κάθε διαδρομή προς τη φωλιά μεταφέρει ένα θήραμα στους νεοσσούς. Η ανατροφή τους μπορεί να διαρκέσει περίπου ένα μήνα (28-29 ημέρες). Από τη στιγμή που θα

πτερωθούν και πετάξουν για πρώτη φορά, διανύουν ένα διάστημα παραμονής στη φωλιά, το οποίο αυξάνεται όσο αυξάνεται και ικανότητα επιμέλειας των γονέων. Καθ' όλη την παραμονή τους οι γονείς συνεχίζουν τόσο να τους ταΐζουν, όσο και να τους παρέχουν προστασία



Εικόνα 2.4.2.γ. Ανατροφή νεοσσών σε τεχνητή φωλιά. (© Εργαστήριο Διαχείρισης Οικοσυστημάτων και Βιοποικιλότητας Π.Θ. 2015).

(Bustamante, 1994). Ακόμη, σύμφωνα με τους Vergara *et al.* (2010), οι πιο μεγάλοι και δυνατότεροι νεοσσοί εκδιώχνουν τους πιο αδύναμους, που όπως είναι επόμενο αποχωρούν νωρίτερα από τη φωλιά.

V. Μέσα Ιουλίου-τέλη Σεπτεμβρίου: Προ-μεταναστευτική διασπορά

Οι νεοσσοί αποχωρούν από τις φωλιές τους λίγες ημέρες αφού πτερωθούν και κατευθύνονται σε βόρειες περιοχές αρκετά μακριά από την αποικία τους (Bustamante, 1994; Olea, 2001). Ακόμη, κατά την περίοδο αυτή το πτέρωμα των νεοσσών διαφοροποιείται, ενώ χτίζουν και αποθήκες λίπους ενόψει της φθινοπωρινής μετανάστευσης. Οι οικογένειες και τα ζευγάρια διαλύονται και τα Κιρκινέζια δημιουργούν προ-μεταναστευτικές συγκεντρώσεις, από τις οποίες σταδιακά αναχωρούν για τις περιοχές διαχείμασής τους (Fernández, 2000). Μεγάλο μέρος του πληθυσμού που αναπαράγεται, περιλαμβάνοντας ενήλικα και νεαρά άτομα, σχηματίζει μετά-αναπαραγωγικές κούρνιες, οι οποίες αποτελούν σημαντικό παράγοντα στον αναπαραγωγικό κύκλο του Κιρκινεζιού. Ειδικότερα, οι μετα-αναπαραγωγικές κούρνιες αποτελούν προ-μεταναστευτικές στάσεις, που απαιτούνται για την προετοιμασία της μετανάστευσης, ενώ παράλληλα παρέχουν στα πτηνά πλεονεκτήματα όπως ο μειωμένος κίνδυνος θήρευσης και η αυξημένη ικανότητα και αποτελεσματικότητα στην τροφοληψία (Olea *et al.*, 2004). Τέλος, τα επιλεγμένα μεγάλα δέντρα φιλοξενούν για χρόνια τα πουλιά, ενώ ο εφοδιασμός για το ταξίδι γίνεται με την τροφοληψία γύρω από την εκάστοτε περιοχή αναχώρησης.

VI. Οκτώβριος-Ιανουάριος: Διαχείμαση

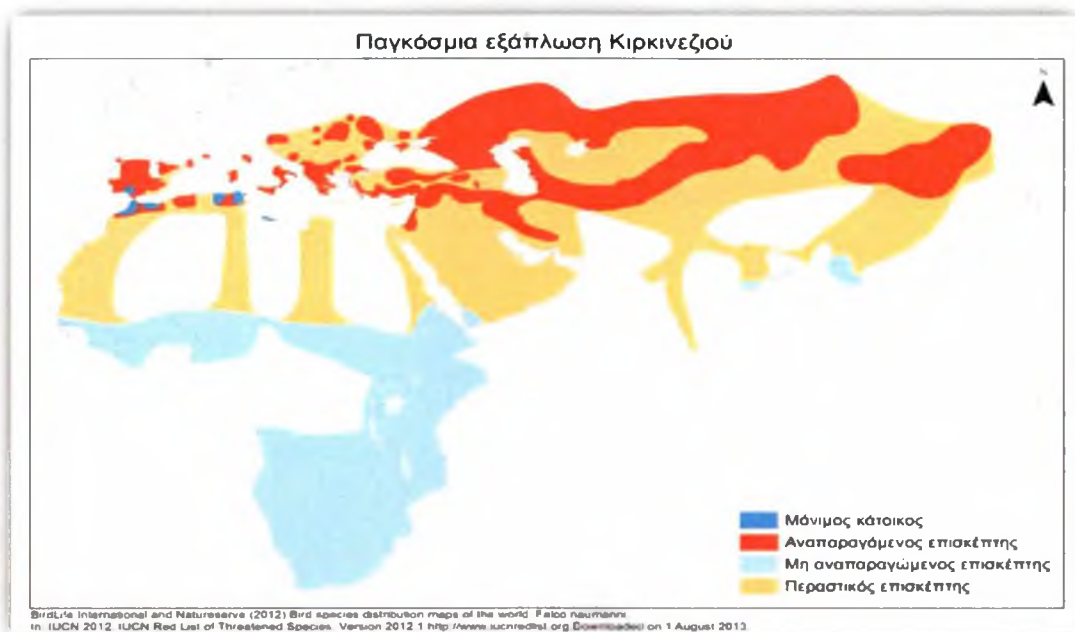
Στο χρονικό διάστημα αυτό λαμβάνει χώρα η μετανάστευση και η διαχείμαση στην υποσαχάρια Αφρική. Όταν μεταναστεύουν, τα Κιρκινέζια, δημιουργούν μικρές ομάδες ή αραιά σμήνη περισσότερων ατόμων και δεν πετούν πάνω από τα 2000 m. Η μετανάστευση διαρκεί 4-5 ημέρες και τα πτηνά διανύουν 300-850 km/ημέρα

και περίπου 2500 km συνολικά (Catry *et al.*, 2011). Τα πουλιά συγκεντρώνονται και ξεκινούν την εαρινή μετανάστευση τους προς το βορρά, στα τέλη του χειμώνα. Τα Κιρκινέζια δημιουργούν μικρές αποικίες κατά την αναπαραγωγική περίοδο, ενώ μεγάλες κούρνιες (roosts) σχηματίζονται εκτός αυτής (Siegfried & Skead, 1971). Τέλος, οι συλλογικές αυτές κούρνιες λειτουργούν ως 'κέντρο πληροφόρησης' για τα Κιρκινέζια, ενώ η ανταλλαγή πληροφοριών συνεισφέρει και σε άλλα θέματα εκτός από την εύρεση της τροφής (Ward and Zahavi, 1973).

2.4.3. Πληθυσμός

Σύμφωνα με τον Biber (1990) τις τελευταίες δεκαετίες ο πληθυσμός του είδους έχει υποστεί σημαντική μείωση. Πιο συγκεκριμένα, από τη δεκαετία του 1950 υπολογίστηκε ότι ο αναπαραγωγικός πληθυσμός του είδους υπέστη μείωση της τάξης του 46% ανά δεκαετία στη δυτική Ευρώπη, ενώ τη χειμερινή περίοδο στη νότιο Αφρική αυτή η πτώση ισοδυναμεί με 25% ανά δεκαετία από το 1971. Ωστόσο, παρόλο που παρατηρήθηκαν σημαντικές μειώσεις στον πληθυσμό του Κιρκινεζιού τις προηγούμενες δεκαετίες, πλέον το είδος μοιάζει να είναι σταθερό ή ελαφρώς αυξανόμενο σε αρκετά τμήματα της κατανομής του, συμπεριλαμβανομένης και της Ευρώπης (BirdLife International 2015).

Ο ευρωπαϊκός πληθυσμός υπολογίζεται γύρω στα 30.500-38.000 ζευγάρια, δηλαδή περίπου 61.000-76.000 ενήλικα άτομα (BirdLife International 2015). Οι εκτιμήσεις του πληθυσμού κατά τη διάρκεια του χειμώνα σε μία κούρνια στη Σενεγάλη περιελάμβαναν 28.600 άτομα (Ιανουάριος 2007), ενώ στη νότιο Αφρική 98.000 άτομα σε μία κούρνια το 2006/2007. Σύμφωνα με τους Iñigo and Baron (2010), στην Ισπανία συναντάμε τον μεγαλύτερο αναπαραγωγικό πληθυσμό του Κιρκινεζιού, που αριθμεί τα 14.072-14.686 ζευγάρια. Σύμφωνα με τον Hallman (1995), σ' όλη την έκταση της Θεσσαλίας το 1995 εκτιμήθηκαν 2.679 ζευγάρια του είδους. Ωστόσο, σήμερα, ο μεγαλύτερος πληθυσμός του είδους στην Ελλάδα εντοπίζεται στη Θεσσαλία και σήμερα αγγίζει τα 4.910-5.370 αναπαραγόμενα ζευγάρια, ύστερα από την τελευταία απογραφή του 2013-2014 (Βλαχόπουλος, *et al.*, 2014).



Εικόνα 2.4.3. Παγκόσμια εξάπλωση του Κιρκινεζιού (*Falco naumanni*) (BirdLife International 2012)

2.4.4. Εξάπλωση στην Ελλάδα

Όπως προαναφέρθηκε, το Κιρκινέζι είναι ένα εξαιρετικά διαδεδομένο μεταναστευτικό είδος της χώρας. Σήμερα στην Ελλάδα υπάρχουν τουλάχιστον 140 αποικίες, με πληθυσμό περίπου 8.000 ζευγάρια. Ειδικότερα, το 60-70% του συνόλου εντοπίζεται στη Θεσσαλία, ενώ το υπόλοιπο 30-40% φωλιάζει στους νομούς Αιτωλοακαρνανίας (Roussopoulos and Pergantis, 1994), Ηλείας, Φθιώτιδας, Πέλλας, Κιλκίς, Κοζάνης, Φλώρινας, Σερρών και Ροδόπης και στις πόλεις Ιωάννινα, Γαλαξίδι και Τρίπολη, αλλά και σε νησιά όπως είναι η Λήμνος



Εικόνα 2.4.4.α. Εξάπλωση του είδους στην Ελλάδα. (Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας, 2009)

και η Λέσβος. Ειδικότερα, στο θεσσαλικό κάμπο, υψηλοί πληθυσμοί εντοπίζονται στην περιοχή της Νίκαιας του νομού Λάρισας, όπως και γύρω από την περιοχή του Στεφανοβίκειου του νομού Μαγνησίας (εικόνα 2.4.4.β.).



Εικόνα 2.4.4.β. Αναπαραγωγικές αποικίες Κιρκινεζιού στη Θεσσαλία, 2013-2014 (Βλαχόπουλος, *et al.*, 2014).

2.4.5. Οικολογία

Διατροφή του Κιρκινεζιού

Αξίζει να αναφερθεί ο τρόπος με τον οποίο τα Κιρκινέζια συλλαμβάνουν την τροφή τους, δηλαδή το κυνήγι. Το κυνήγι γίνεται πετώντας (flight hunting), ενώ μπορεί να γίνει σύλληψη της λείας είτε από το έδαφος, είτε εναέρια. Για την περίπτωση της σύλληψης της λείας στο έδαφος, το Κιρκινέζι υιοθετεί μία συμπεριφορά κατά την οποία αιωρείται και φτερουγίζει επιτόπου και όταν εντοπίσει τη λεία του εφορμά με ταχύτητα για να την αρπάξει (García *et al.*, 2006). Είναι πιθανό, αλλά όχι τόσο συχνό, τα πουλιά να κυνηγούν από θέσεις κουρνιάσματος (perch hunting). Η διατροφή



Εικόνα 2.4.5.α. Αρσενικό Κιρκινέζι με μικρό θηλαστικό (τρωκτικό) στο στόμα κατά την επώαση. (© Εργαστήριο Διαχείρισης Οικοσυστημάτων και Βιοποικιλότητας Π.Θ. 2015).

του Κιρκινεζιού αποτελείται κύρια από μεγάλα Αρθρόποδα, ως επί το πλείστον Έντομα, λόγω για τον οποίο θεωρείται εντομοφάγο είδος, ενώ συμπληρώνεται από μικρά θηλαστικά (Tella, *et al.*, 1996). Στις σημαντικότερες τάξεις Εντόμων που αποτελούν τροφή για το Κιρκινέζι συγκαταλέγονται τα Ορθόπτερα και τα Κολεόπτερα, ενώ δεύτερα σε προτίμηση έρχονται τα Δερμάπτερα, τα Υμενόπτερα (κύρια της οικογένειας Formicidae), τα Ισόπτερα, καθώς και άλλα Αρθρόποδα, όπως Χειλόποδα (κύρια της οικογένειας Scolopendridae) και Γαλεώδη (Αραχνίδια της τάξης Solifugae) (Negro, 1997; Rodríguez *et al.*, 2010).

Πρέπει να αναφερθεί ότι οι διατροφικές συνήθειες του Κιρκινεζιού προσαρμόζονται ανάλογα με τη διαθεσιμότητα της τροφής, την περιοχή που βρίσκονται, όπως και τη φάση του βιολογικού τους κύκλου. Σύμφωνα με μία



Εικόνα 2.4.5.β. Θηλυκό Κιρκινέζι με Ορθόπτερο στο στόμα σε τεχνητή φωλιά. (© Εργαστήριο Διαχείρισης Οικοσυστημάτων και Βιοποικιλότητας Π.Θ. 2015)

παλαιότερη μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή της Θεσσαλίας για τη διατροφή του Κιρκινεζιού κατά την αναπαραγωγική περίοδο, καταγράφηκε κατανάλωση Εντόμων σε ποσοστό 98,3%, από τα οποία το 56,2% ήταν Ορθόπτερα (οικογένεια Acrididae και Tettigonidae), 32,3% Κολεόπτερα (οικογένεια Carabidae και Scarabaeidae), αλλά και σε χαμηλά ποσοστά

Formicidae, Δερμάπτερα και Cicadidae (Sfougaris, *et al.*, 2004).

Πιο συγκεκριμένα, οι απαιτήσεις σε τροφή είναι ιδιαίτερα αυξημένες κατά την αναπαραγωγική περίοδο, οπότε θηρεύονται μεγαλύτερα ασπόνδυλα (Rodríguez *et al.*, 2010). Ύστερα από τετράμηνη έρευνα (Μάρτιος-Ιούνιος) που αφορούσε στη διαίτα των Κιρκινεζιών στην κεντρική Ισπανία, ο Pérez-Granados (2010) βρήκε υψηλότερη κατανάλωση Κολεοπτέρων έναντι όλων των τροφικών κατηγοριών, ενώ κατέγραψε χαμηλότερο ποσοστό Ορθόπτερων. Ειδικότερα, νωρίς την Άνοιξη, το 92% της διαίτας αποτελούνταν από Κολεόπτερα, ενώ το Μάιο και τον Ιούνιο τα Ορθόπτερα αυξήθηκαν (22%). Αξίζει να σημειωθεί ότι στην κύρια φάση της αναπαραγωγής, παρόλο που τα μικροθηλαστικά βρέθηκαν σε χαμηλό ποσοστό, με όρους βιομάζας αντιστοιχούσαν στο 50% της διαίτας, αποτελώντας το κύριο θήραμά τους (Pérez-Granados, 2010). Ακόμα, η σημασία των σπονδυλωτών στη διατροφή του Κιρκινεζιού, ειδικά κατά τις πρώτες εβδομάδες ανατροφής των νεοσσών, είναι αναμφίβολη (Rodríguez *et al.*, 2010). Τέλος, με την αύξηση των θερμοκρασιών στα τέλη της Άνοιξης-αρχές Καλοκαιριού τα Αρθρόποδα αναπτύσσονται γρηγορότερα και συνεπώς είναι διαθέσιμα αργότερα στη σεζόν. Πιθανόν, αυτή η διαθεσιμότητα των μεγαλύτερων θηραμάτων εξηγεί γιατί τα Κιρκινέζια δεν ωτοκοούν πριν τον Απρίλιο, παρόλο που καταφθάνουν από τη διαχείμασή τους στα μέσα Φεβρουαρίου (Rodríguez *et al.*, 2010).

Η διαθεσιμότητα της τροφής αποτελεί καθοριστικό παράγοντα ελέγχου κάθε πληθυσμού πουλιών (Korij, 2002) και επηρεάζει την αναπαραγωγή τους σε τέτοιο βαθμό, ώστε τα περισσότερα είδη συγχρονίζουν τον αναπαραγωγικό τους κύκλο με περιόδους κορύφωσης της αφθονίας τροφής (Catry *et al.*, 2012). Σύμφωνα με τους Sfougaris *et al.* (2004) η περίοδος αναπαραγωγής του Κιρκινεζιού συμπίπτει με τους μέγιστους πληθυσμούς της λείας του. Συμπερασματικά, είναι δυνατόν οι διατροφικές απαιτήσεις του Κιρκινεζιού να ποικίλουν ανάλογα με την αφθονία και τη διαθεσιμότητα της λείας, κατά τη διάρκεια του έτους ή πιο συγκεκριμένα κατά τις διαφορετικές φάσεις της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεζιού, από τον σχηματισμό των ζευγαριών μέχρι την ανατροφή των νεοσσών (Franco *et al.*, 2004a).

Ενδαιτήματα τροφοληψίας

Όσον αφορά τα ενδαιτήματα τροφοληψίας, τα Κιρκινέζια επιλέγουν περιοχές που είναι πιο ευνοϊκές για τις κατηγορίες λείας τους, δηλαδή όπου υπάρχει

διαθεσιμότητα και προσβασιμότητα σ' αυτές (Tella *et al.*, 1998). Οι μεγαλύτεροι αριθμοί του είδους στην Ευρώπη, εντοπίζονται στις βόρειες περιοχές της Μεσογείου και ειδικότερα σε επίπεδες ηπειρωτικές περιοχές με χαμηλή βλάστηση ποιών και ημι-ερημικές ζώνες, χωρίς σχεδόν καθόλου βλάστηση. Η χαμηλή ή περιορισμένη βλάστηση προτιμάται, διότι η πυκνή φυτοκάλυψη παρέχει καταφύγιο στην πιθανή λεία του και παρεμποδίζει τους ελιγμούς του (García *et al.*, 2006). Προτιμά χαμηλά υψόμετρα στην Ευρώπη, κάτω από 500 m συνήθως ή και πιο χαμηλά, επιλέγοντας κυρίως τη λοφώδη ζώνη. Τα Κιρκινέζια δεν χρησιμοποιούν τα αγροτικά ενδιαιτήματα σε αναλογία με τη διαθεσιμότητά τους, αλλά εμφανίζει προτιμήσεις σε κάποια έναντι άλλων (Donazar *et al.*, 1993).

Επιπρόσθετα, τα πτηνά επιλέγουν να κυνηγούν τη λεία σε αρκετά κοντινές αποστάσεις από την αποικία τους (Rodríguez *et al.*, 2013), κι αυτό γιατί η διάνυση μεγαλύτερων αποστάσεων είναι ενεργοβόρα. Πιο συγκεκριμένα, οι Rodríguez and Bustamante (2008) κάνουν λόγο για περιοχές τροφοληψίας σε μέγιστη ακτίνα 3 km, ενώ οι García *et al.* (2006) αναφέρονται σε ακτίνα μικρότερη των 5 km. Αρνητικό αυτής της «αποικιακής» συμπεριφοράς αποτελεί η αισθητή μείωση της λείας (prey depletion) στις περιοχές γύρω από την εκάστοτε αποικία. Έτσι, αν κάτι τέτοιο συμβεί κατά την ανατροφή των νεοσσών το 'αναπαραγωγικό κόστος' θα είναι αναπόφευκτο για τα Κιρκινέζια. Ωστόσο, αυτό το φαινόμενο είναι περισσότερο εμφανές σε μεγαλύτερες αποικίες παρά σε μικρές και με εναλλακτική προσέγγιση, δείχνει την αποτελεσματικότητα των Κιρκινεζιών στον έλεγχο των καλλιεργητικών εχθρών που αποτελούν την τροφή τους (Bonal and Aparicio, 2008). Πιο συγκεκριμένα, τα Κιρκινέζια επιλέγουν ενδιαιτήματα με πλώδη βλάστηση και μέτριας πυκνότητας φυτική κάλυψη, ενώ αποφεύγουν εκτάσεις δασών, θαμνώνων ή δενδρωδών καλλιεργειών λόγω αδυναμίας στην προσβασιμότητα και στο κυνήγι της λείας (Donazar *et al.*, 1993; Bustamante, 1997; Tella *et al.*, 1998; Franco *et al.*, 2004; Rodríguez *et al.*, 2013; Gustin *et al.*, 2014).

Σύμφωνα με αποτελέσματα που απορρέουν από ένα σημαντικό αριθμό ερευνών, τα ακαλλιέργητα χωράφια είτε ως αγραναπαύσεις, είτε ως χορτολιβαδικές εκτάσεις ή ως βοσκότοποι, μαζί με τα ακαλλιέργητα περιθώρια των χωραφιών, αποτελούν τα καταλληλότερα ενδιαιτήματα τροφοληψίας για το Κιρκινέζι (Ursúa *et al.*, 2005). Ειδικότερα, βοσκότοποι και αγραναπαύσεις προτιμώνται για τροφοληψία κατά την περίοδο εκκόλαψης των νεοσσών (Franco

et al., 2004a), σε αντίθεση με τα ακαλλιέργητα περιθώρια των χωραφιών που επιλέγονται κατά την μετά-αναπαραγωγική περίοδο (de Frutos *et al.*, 2010) και κατά τη διαχείμαση στην Ισπανία (Tella and Forero, 2000). Ωστόσο, παρόλο που τα ακαλλιέργητα, οι αγραναπαύσεις και οι βοσκότοποι αποτελούν ενδιαιτήματα για εύρεση τροφής στην περιοχή της Θεσσαλίας, οι Sfougaris, *et al.* (2004) αναφέρουν πως προτιμώνται λιγότερο από τις καλλιέργειες σιτηρών. Ακόμη, παρά τη μικρή τους έκταση επιλέγονται συχνότερα σε σχέση με τις πολυάριθμες βαμβακοκαλλιέργειες της περιοχής.

Ακόμη, τα Κιρκινέζια επιλέγουν τα παραδοσιακά καλλιεργούμενα σιτηρά ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξής τους και την εποχή του έτους (Ursúa, Serrano and Tella, 2005). Αυτό συμβαίνει επειδή αποτελούν ενδιαιτήματα με μεγάλη διατροφική αξία (πλήθος Ορθόπτερων) και ικανοποιητική προσβασιμότητα (de Frutos *et al.*, 2010). Τα σιτηρά, επειδή αποτελούν ενδιαίτημα τροφοληψίας των Κιρκινεζιών (Parr *et al.*, 1995; Tella *et al.*, 1998; Sfougaris *et al.*, 2004; Calabuig *et al.*, 2010; Rodríguez *et al.*, 2013), πολλές έρευνες τονίζουν τη χρησιμότητα ιδιότητα τους ως μη εντατικές, ξηρικές και περιορισμένα αγροχημικά καλλιέργειες (Donazar *et al.*, 1993; Bustamante, 1997; de Frutos *et al.*, 2010). Παράλληλα, οι ίδιες καλλιέργειες αποφεύγονται από τα Κιρκινέζια, όταν τα σιτηρά είναι ιδιαίτερα πυκνά και ψηλά (Franco *et al.*, 2005) ή/και οι εισροές τους σε αγροχημικά είναι ιδιαίτερα αυξημένες (García *et al.*, 2006). Οι Franco *et al.* (2004) αναφέρει ότι οι καλλιέργειες σιτηρών χρησιμοποιούνται πριν και μετά την εκκόλαψη των νεοσσών, ακόμα και όταν τα χωράφια έχουν θεριστεί και απομένει η καλαμιά. Αντίθετα, οι Catry *et al.* (2012) υποστηρίζουν την υψηλή ποιότητα των σιτηρών ως ενδιαίτημα τροφοληψίας μέχρι το θερισμό και τη μειωμένη ποσότητα τροφής που παρέχει η ύπαρξη της καλαμιάς κατά την κρίσιμη περίοδο της ανατροφής των νεοσσών. Κατά τις ημέρες του θερισμού των σιτηρών παρατηρείται μία έξαρση λείας, κυρίως Ορθόπτερων, η οποία όμως είναι εφήμερη. Τότε τα Κιρκινέζια, ελκύονται έντονα, καθώς ο χρόνος του κυνηγιού μειώνεται και ο ρυθμός πρόσληψης λείας αυξάνεται. Ωστόσο, τα πουλιά γρήγορα οδηγούνται στην εγκατάλειψη αυτού του παροδικού ενδιαιτήματος, λόγω της απότομης μείωσης της τροφής που προκαλεί ο θερισμός (Catry, Franco and Moreira, 2014).

Σύμφωνα με τις έρευνες των Ursúa *et al.* (2005) προέκυψε ότι αρδευόμενες εντατικές καλλιέργειες με υψηλή εισροή αγροχημικών, όπως βαμβάκι, καλαμπόκι, ηλίανθος κ.λ.π. αποτελούν απειλή για τα Κιρκινέζια. Για το λόγο αυτό, το είδος τις

αποφεύγει για τροφοληψία, παρόλο που αυτές καταλαμβάνουν μεγάλο ποσοστό των περιοχών γύρω από τις αναπαραγωγικές αποικίες (Donazar *et al.*, 1993; Sfougaris *et al.*, 2004; De Frutos and Olea, 2008). Επιπλέον, σ' αυτές τις καλλιέργειες οι έντονες καλλιεργητικές τεχνικές, επηρεάζουν τους βιολογικούς κύκλους της λείας και τη σύσταση του εδάφους (Tella and Forero, 2000), ενώ παράλληλα το πλήθος των Αρθροπόδων μειώνεται εξ' αιτίας των φυτοφαρμάκων. Οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα μπορούν να επηρεάσουν τα Κιρκινέζια με μείωση της διαθέσιμης λείας, αλλά και λόγω κατανάλωσης 'μολυσμένης λείας', κυρίως Ορθόπτερα, γεγονός που προκαλεί δηλητηρίαση στα πουλιά, μειώνει την αναπαραγωγική τους απόδοση και αυξάνει τη θνησιμότητά τους (Ortego *et al.*, 2007). Ακόμη, αυτού του είδους οι καλλιέργειες κατά την πλήρη ανάπτυξή τους δίνουν φυτά ψηλά και πυκνά, καθιστώντας απαγορευτική την προσέγγιση της λείας από τα πουλιά (de Frutos *et al.*, 2010).

Εν κατακλείδι, όλων των ειδών οι αροτραίες καλλιέργειες μπορούν να συνεισφέρουν στην τροφοληπτική δραστηριότητα των Κιρκινεζιών, ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης, το ύψος και την πυκνότητα της βλάστησης, αλλά και τις αγροτικές εργασίες που λαμβάνουν χώρα και επηρεάζουν την πρόσβαση στη λεία (Rodríguez *et al.*, 2013). Τα Κιρκινέζια μπορούν μεν να προσεγγίσουν οργωμένα χωράφια ή τα φυτά με πολύ μικρό ύψος (Tella *et al.*, 1998; Franco *et al.*, 2004a; Calabuig *et al.*, 2010), επιλέγουν όμως έντονα δε τα ακαλλιέργητα περιθώρια αυτών των καλλιεργειών ως τροφοληπτικό ενδιαίτημα (Ursúa, Serrano and Tella, 2005), αλλά και κάποιους τύπους αρδευόμενων καλλιεργειών, όπως η μηδική, ιδιαίτερα μετά τις κοπές της (Ursúa *et al.*, 2005; Gustin *et al.*, 2014). Ο συνδυασμός της δυναμικής των πληθυσμών λείας και της φαινολογίας της καλλιέργειας, επιδρούν και καθορίζουν την τροφοληπτική επιτυχία του Κιρκινεζιού (Rodríguez *et al.*, 2013).

Απειλές

Αδιαμφισβήτητα, το Κιρκινέζι αντιμετωπίζει απειλές σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, οι οποίες ταξινομήθηκαν ανάλογα με τη σημασία τους από τον οργανισμό BirdLife International. Πιο συγκεκριμένα, η μείωση των κατάλληλων τόπων κυνηγιού στις περιοχές φωλιάσματος είναι μία από αυτές και οφείλεται στην αστικοποίηση και εντατικοποίηση της γεωργίας που έχουν οδηγήσει στη μειωμένη διαθεσιμότητα

λείας, η εντατικοποίηση της άρδευσης, η εγκατάσταση φυτειών δασών και η κατασκευή φραγμάτων. Επιπρόσθετα, η ανεξέλεγκτη βόσκηση και η καταστροφή λιβαδικών εκτάσεων έχουν αποτέλεσμα την ερημοποίηση και τη μείωση των κατάλληλων τόπων κυνηγιού στις περιοχές διαχείμασης. Έμμεση απειλή του είδους αποτελεί η υπέρμετρη χρήση εντομοκτόνων που επιδρούν αρνητικά στο πλήθος των εντόμων των περιοχών όπου τρέφεται το είδος. Ακόμη, οι θέσεις φωλιάσματος εκλείπουν εξ' αιτίας της επισκευής ή κατεδάφισης παλαιών κτιρίων στις περιοχές αναπαραγωγής, ενώ ο ανταγωνισμός με άλλα είδη για κατάλληλες θέσεις φωλιάσματος είναι αναπόφευκτος. Τέλος, δεν είναι λίγες οι απώλειες που δέχεται το είδος από το κυνήγι ή την αιχμαλωσία ατόμων με σκοπό την πώληση και τη συλλογή αυγών, ακόμη και σήμερα, σε μειωμένους έντασης βέβαια σε σχέση με το παρελθόν.

2.5. Λειμώνες

Λειμώνας ή τεχνητό λιβάδι ονομάζεται εκείνη η γεωργική έκταση που καλλιεργείται με τη χρήση ενός μίγματος σπόρων φυτών και το προϊόν είτε προορίζεται για απ' ευθείας κατανάλωση από αγροτικά ζώα είτε συγκομίζεται ώστε να χρησιμοποιηθεί ως βοσκήσιμη ύλη (σανό ή επεξεργασμένη συμπυκνωμένη ύλη) (Παπαναστάσης, 1976; Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης, 1992). Επιπρόσθετα, ένας λειμώνας μπορεί να είναι είτε ποτιστικός είτε ξηρικός. Ένας ποτιστικός λειμώνας ποτίζεται συστηματικά, ενώ ένας ξηρικός έχει ποτιστεί μία φορά κατά την εγκατάσταση του και όχι στη συνέχεια. Στον αντίποδα, λιβάδι καλείται η φυσική ή η ημι-φυσική έκταση γης, της οποίας η βλάστηση αποτελείται κυρίως από χαμηλά θαμνώδη ή/και ποώδη ή/και αραιά ξυλώδη φυτά. Επιπλέον, αποτελεί άριστη πηγή τροφής για τα αγροτικά ζώα, αφού οι διατροφικές τους ανάγκες καλύπτονται από την υπέργεια βιομάζα που καλείται βοσκήσιμη ύλη. Παράλληλα, ένα φυσικό λιβάδι μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα άγρια ζώα ως διατροφικό, αλλά και ως αναπαραγωγικό ενδιαίτημα.

2.5.1. Σημασία των τεχνητών λειμώνων

Σύμφωνα με τους Παπαναστάση και Γιαννακόπουλο (1980) η εγκατάσταση λειμώνων σε ορεινές και ημι-ορεινές περιοχές προτείνεται ώστε να αξιοποιηθούν κατάλληλα οι εγκαταλελειμμένοι αγροί αυτών των ζωνών. Ακόμη, η

χρησιμοποίηση αγραναπαύσεων για εγκατάσταση ξηρικών λειμώνων (Βαϊτσης, 1987) σε εκτεταμένη βάση έχει αρκετά πλεονεκτήματα. Πιο συγκεκριμένα, η εφαρμογή αυτής της πρότασης καλύπτει σημαντικά τις διατροφικές ανάγκες των αγροτικών ζώων κατά τις περιόδους του καλοκαιριού και του φθινοπώρου, ενώ αξιοποιείται πλήρως η παραγόμενη βιομάζα και αυξάνεται η γονιμότητα των εκάστοτε αγρών. Ένα επιπλέον θετικό χαρακτηριστικό αυτής της πρότασης είναι ότι με την αυξημένη παραγωγή των λειμώνων γίνεται αποσυμφόρηση των κοινόχρηστων βοσκοτόπων, που από τη χρόνια υπερβόσκηση έχει μειωθεί η παραγωγικότητά τους. Ακόμη, εφόσον οι κλιματικές συνθήκες το επιτρέπουν και τα ζώα ακόμα βρίσκονται στους λειμώνες, γίνεται κοπή του χόρτου για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών κατά τη χειμερινή περίοδο, ενώ με τη χρήση αυτής της πρότασης οι λειμώνες εντάσσονται σε σύστημα ολοκληρωμένης διαχείρισης βοσκοτόπων.

Ωστόσο, εκτός από τα αγροτικά ζώα ωφελείται και ο άνθρωπος, αφού μπορεί να εκμεταλλευτεί την ξυλεία, τα αρωματικά φυτά, καθώς και το μέλι. Αξιοσημείωτες είναι οι λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα στους ίδιους τους λειμώνες, αφού εξ' αιτίας του πλήθους των φυτών μειώνεται η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα και αυξάνεται αυτή του εκλυόμενου οξυγόνου. Παράλληλα, οι λειμώνες έχουν μικρή ικανότητα συγκράτησης νερού, προερχόμενου από βροχοπτώσεις, σε σχέση με δασικές εκτάσεις. Αυτό σημαίνει ότι για να ικανοποιήσουν τις υδατικές τους ανάγκες απορροφούν την απαραίτητη ποσότητα νερού και η υπόλοιπη καταλήγει είτε στο έδαφος εμπλουτίζοντας τον υδροφόρο ορίζοντα, είτε σε χείμαρρους και ποτάμια μέσω της επιφανειακής απορροής. Ακόμη, τα φυτά των λειμώνων λειτουργούν προστατευτικά κατά της διάβρωσης του εδάφους, μειώνοντας την ταχύτητα απορροής του νερού. Ειδικότερα, τα ποώδη φυτά δημιουργούν ένα αντιδιαβρωτικό στρώμα στο έδαφος, ενώ το ριζικό τους σύστημα συντελεί στη συγκράτηση της επιφάνειας του εδάφους. Τέλος, ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα αποτελεί η διατήρηση της βιοποικιλότητας, τόσο της χλωρίδας με την ύπαρξη ενδημικών και σπάνιων ειδών, όσο και της πανίδας αφού διάφοροι μικροοργανισμοί, σπονδυλωτά και ασπόνδυλα ζώα διαβιούν στους λειμώνες.

Ως απόρροια των παραπάνω, η παρουσία των λειμώνων στο οικοσύστημα είναι ιδιαίτερα σημαντική στο περιβάλλον, αφού διατηρεί την ισορροπία στη φύση. Αξίζει να σημειωθεί ότι τις προηγούμενες δεκαετίες δεν έχουν γίνει σταθερά βήματα εγκατάστασης ξηρικών τεχνητών λειμώνων στην Ελλάδα (Βαϊτσης, 1987).

Ωστόσο, σήμερα, με την εξέλιξη μεθόδων βελτίωσης της βλάστησης, η κατάσταση των λιβαδικών εκτάσεων μπορεί να διορθωθεί (www.elet.gr).

2.5.2. Μίγματα σπόρων

Τα τελευταία 20 έως 30 χρόνια, έχει μειωθεί το ενδιαφέρον χρήσης γης για καλλιέργεια, καθιστώντας τους λειμώνες ιδανική λύση για να επιτευχθεί η αποκατάστασή τους στην Ευρώπη (Török *et al.*, 2011; Prach *et al.*, 2014). Υπάρχουν τρεις πιθανοί τρόποι μετατροπής μιας πρώην καλλιεργήσιμης έκτασης σε λειώνα: α) χρησιμοποιώντας εμπορικά μίγματα σπόρων, β) χρησιμοποιώντας τοπικά μίγματα σπόρων και γ) στηριζόμενοι σε φυτά που θα φυτρώσουν τυχαία (Jongepierová *et al.*, 2007; Lencová and Prach, 2011). Ωστόσο, ο πιο διαδεδομένος τρόπος μετατροπής της καλλιεργήσιμης γης σε χορτολιβαδικές εκτάσεις είναι η χρήση εμπορικών μιγμάτων σπόρων που συνήθως αποτελούνται από κοινά αγρωστώδη και ψυχανθή είδη.

Σε έρευνα που έχει διεξαχθεί από τους Lencová and Prach (2011) το εμπορικό μίγμα που χρησιμοποιήθηκε περιείχε τα παρακάτω είδη: *Agrostis capillaris*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra*, *Lolium multiflorum*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis*, *Trifolium pratense* και *Trifolium repens*, ενώ οι ποσότητες του καθενός από τα είδη στο μίγμα κυμαίνονταν μεταξύ 5 και 20%. Ακόμη, σε σχετικό πείραμα έγινε χρήση εμπορικών μιγμάτων σπόρων, που περιελάμβαναν είδη αγρωστώδη, όπως *Festuca arundinacea*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis* και *Dactylis glomerata*, και ψυχανθή, όπως *Trifolium pratense*, *Trifolium hybridum* και *Trifolium repens* (Prach *et al.*, 2014). Στο ίδιο πείραμα σπάρθηκε και μίγμα τοπικών σπόρων, το οποίο αποτελούνταν από 85-90% αγρωστώδη (κυρίως τα είδη *Bromus erectus* και *Festuca rupicola*), 3-5% ψυχανθή και 7-10% άλλα είδη. Όλα τα είδη του μίγματος ήταν χαρακτηριστικά των ξηρών λιβαδιών (Prach *et al.*, 2014).

Επικρατεί η άποψη ότι η βιοποικιλότητα μιας περιοχής μπορεί να διατηρηθεί μόνο εφόσον χρησιμοποιηθούν τοπικοί σπόροι και φυτά σε προγράμματα αποκατάστασης. Ωστόσο, στην Ευρώπη είναι ευρέως διαδεδομένη η χρήση εμπορικών μιγμάτων σπόρων, τα οποία αποτελούνται κυρίως από είδη μη τοπικής προέλευσης (Kiehl *et al.*, 2010). Ακόμη, για την αποκατάσταση και την αναδημιουργία των λιβαδιών, χρησιμοποιούνται εμπορικώς παραγόμενα μίγματα με σπόρους γενετικά ομοιόμορφους και βελτιστοποιημένους. Όπως είναι φυσικό,

αυτά τα μίγματα, εξ' αιτίας της ξένης προέλευσης τους (π.χ. Ανατολική Ασία, Βαλκάνια, Νέα Ζηλανδία), ενδέχεται να περιέχουν ξένους οικότυπους, είδη και υποείδη, που ίσως απειλήσουν την τοπική γενετική ποικιλομορφία (Hufford & Mazer 2003; Van der Mijnsbrugge, Bischoff, & Smith 2010; Kiehl *et al.*, 2010). Ο Prach (2013), από πείραμα που πραγματοποίησε, συμπέρανε ότι η σπορά των λειμώνων-‘στόχων’ με τοπικής προέλευσης μίγματος σπόρων ήταν πιο επιτυχημένη απ’ αυτή με εμπορικό μίγμα. Στις περιοχές που έγινε σπορά με εμπορικό μίγμα σπόρων, κάποια αυτοφυή φυτά (ζιζάνια) αποτέλεσαν εμπόδιο εγκατάστασης των ειδών του μίγματος, λόγω ανταγωνιστικότητας (Marrs, 1993; Prach *et al.*, 2014). Ωστόσο, κατάφεραν να εγκατασταθούν, αν και έχουν χαμηλότερη κάλυψη σε σχέση με τις τοποθεσίες που έγινε σπορά με τοπικό μίγμα (Prach *et al.*, 2013; Prach *et al.*, 2014). Άλλωστε, είναι γνωστό ότι τα εμπορικής προέλευσης μίγματα αγρωστωδών και ψυχανθών μειώνονται ή και εξαφανίζονται σε βάθος μίας δεκαετίας (Peeters, 2004; Prach *et al.*, 2014). Τέλος, τα εμπορικά μίγματα χρησιμοποιούνται επειδή περιέχουν σπόρους που είναι πιο εύκολα διαθέσιμοι ή μπορεί να ευδοκιμούν καλύτερα σε σχέση με άλλους σε κάποια περιοχή.

3. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν η εκτίμηση της συμβολής των λειμώνων στη διαθεσιμότητα λείας για το Κιρκινέζι (*Falco naumanni*) στην ευρύτερη περιοχή του Βελεστίνου, την περίοδο άνοιξη-καλοκαίρι του 2016. Πιο συγκεκριμένα, καταγράφηκε η βιοποικιλότητα των αρθροπόδων στους λειμώνες, ενώ λήφθηκαν παρατηρήσεις της επιλογής ενδιαιτημάτων τροφοληψίας από το Κιρκινέζι. Τέλος, συγκρίθηκε η αφθονία λείας των λειμώνων με καλλιέργειες σιτηρών, βαμβακιού και ψυχανθών, όπως και η επιλογή των λειμώνων ως ενδιαιτημάτων τροφοληψίας για το Κιρκινέζι σε σχέση με γειτονικά οικοσυστήματα.

4. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

4.1. Γενικά στοιχεία περιοχής έρευνας

Η συγκεκριμένη έρευνα έλαβε χώρα σε τεχνητούς λειμώνες από μίγμα αγρωστωδών και ψυχανθών, γύρω από τους οικισμούς Βελεστίνο (39°22'52"N, 22°44'39"E), Άγιος Γεώργιος (39°22'09"N, 22°46'36"E) και Μικρό Περιβολάκι (39°24'30.58"N, 22°39'25.56"E) του νομού Μαγνησίας όπου λήφθηκαν οι μετρήσεις. Οι περιοχές χαρακτηρίζονταν από λοφώδεις εκτάσεις με μακί οικοσυστήματα, συνολικής έκτασης 307 στρεμμάτων. Οι κυριότερες καλλιέργειες της περιοχής περιλαμβάνουν σιτηρά (σιτάρι, κριθάρι) και καλαμπόκι, καθώς και βαμβάκι και ψυχανθή (π.χ. πολυετής μηδική). Ανάμεσα στα καλλιεργούμενα αγροτεμάχια, υπάρχουν εκτάσεις χέρσων και ακαλλιέργητων χωραφιών, καθώς και χωράφια που βρίσκονται σε αγρανάπαυση ή χρησιμοποιούνται ως βοσκότοποι. Κριτήριο επιλογής των περιοχών αυτών, αποτέλεσε η τροφοληπτική συμπεριφορά των Κιρκινεζιών που αποικίζουν τα παρακείμενα χωριά.

Οι σπορές των τεχνητών λειμώνων πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο δράσης του προγράμματος LIFE11NAT/GR/001011, με τίτλο: "Διατήρηση και διαχείριση



Εικόνα 4.1.α. Περιοχή του προγράμματος LIFE για το Κιρκινέζι (LIFE11NAT/GR/001011).

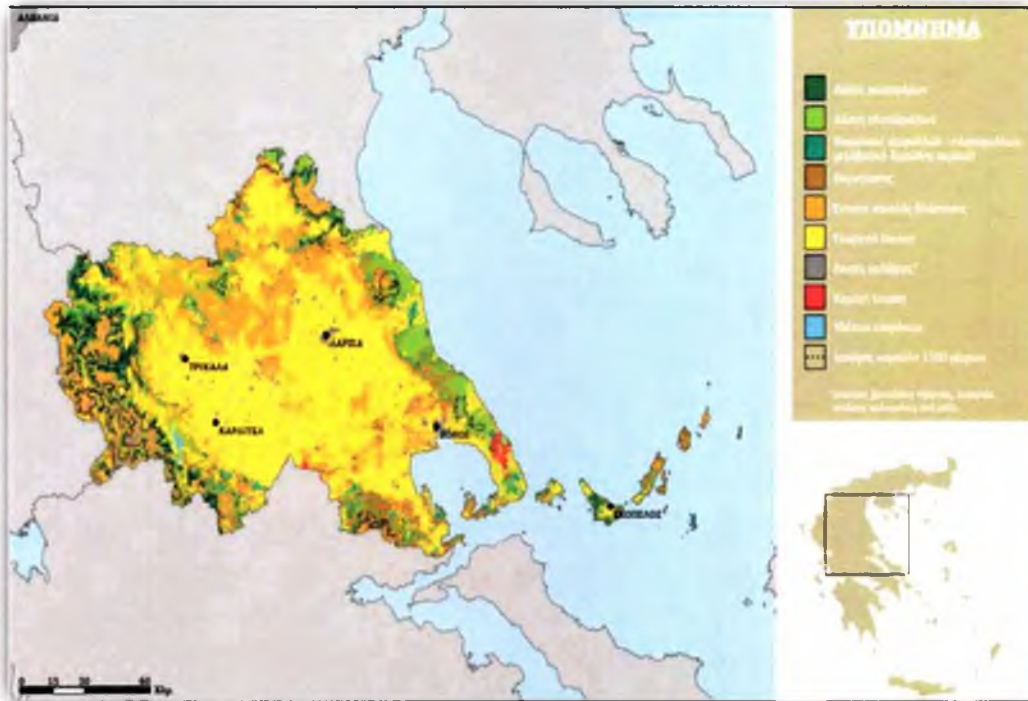
του Κιρκινεζιού (*Falco naumanni*) σε τρεις Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) της Ελλάδας", το οποίο συντόνισε το Εργαστήριο Διαχείρισης Οικοσυστημάτων και Βιοποικιλότητας, τον Νοέμβριο του 2015.

Το πρόγραμμα LIFE υλοποιήθηκε στις Ζώνες Ειδικής Προστασίας (Special Protection Areas - SPA) για την Οрниθοπανίδα, όπως ορίζονται στην Οδηγία 79/409/ΕΚ:

- GR1420011 - Περιοχή θεσσαλικού κάμπου
- GR1430007 - Περιοχή ταμιευτήρων πρώην λίμνης Κάρλας
- GR1420006 - Όρος Μαυροβούνι

Οι ΖΕΠ της περιοχής θεσσαλικού κάμπου και της περιοχής ταμιευτήρων πρώην λίμνης Κάρλας έχουν κριθεί ως κρίσιμα ενδιαιτήματα αναπαραγωγής και τροφοληψίας για το Κιρκινέζι. Το Κιρκινέζι αποτελεί είδος χαρακτηρισμού και για τις τρεις ΖΕΠ.

Η Θεσσαλία, το ανατολικό τμήμα της οποίας καταλαμβάνει η Μαγνησία, αποτελεί τμήμα της Κεντρικής Ελλάδας και εκτείνεται στο ανατολικό τμήμα του ηπειρωτικού κορμού της. Συνολικά καλύπτει περίπου το 11% της έκτασης της χώρας, ενώ η έκτασή της αγγίζει τα 14.036 km². Βόρεια συνορεύει με τις περιφέρειες Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας και νότια με την περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας. Ακόμα, ανατολικά βρέχεται από το Αιγαίο Πέλαγος, ενώ δυτικά της βρίσκεται η περιφέρεια Ηπείρου. Ακόμη, η μεγαλύτερη πεδιάδα της Ελλάδας, ο γνωστός Θεσσαλικός κάμπος, εντοπίζεται στη Θεσσαλία. Η περιφέρεια αποτελείται από 45% ορεινό έδαφος, 36% πεδινό και 17% ημιορεινό (ΙΕΤΕΘ, 2011), ενώ διαρρέεται από το τρίτο μεγαλύτερο ποτάμι της χώρας, τον Πηνειό. Η περιοχή χαρακτηρίζεται από βουνά που περιβάλλουν δύο πεδιάδες, αυτή της Καρδίτσας στα δυτικά και αυτής της Λάρισας στα ανατολικά. Διαθέτει πέντε ορεινούς όγκους, με κυρίαρχο τον Όλυμπο, το ψηλότερο βουνό της Ελλάδας με υψόμετρο 2.917 m.



Εικόνα 4.1.β. Χρήσεις γης στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας (Λιαρίκος, κ.α., 2012) (www.wwf.gr)

Στον πίνακα 3.1. παρουσιάζονται οι κατηγορίες κάλυψης γης στην περιοχή της Θεσσαλίας τα έτη 1987 και 2007. Ειδικότερα, το 2007, το 46,2% της Θεσσαλίας καλυπτόταν από γεωργική γη, ενώ το 1987 άγγιζε το 41%. Ακολουθούν οι εκτάσεις χαμηλής βλάστησης με 22%, οι οποίες μειώθηκαν από το 1987 (25%). Με ποσοστά 10% και 8%, αντίστοιχα, ακολουθούν τα δάση πλατύφυλλων και οι θαμνότοποι καλύψεις που παρουσιάζουν σχετική σταθερότητα κατά την περίοδο της μελέτης 1987-2007. Συμπερασματικά, υπέρ μιας σημαντικής επέκτασης της γεωργικής γης, στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας παρουσιάζεται μία αισθητή μείωση σχεδόν όλων των φυσικών καλύψεων, κυρίως των εκτάσεων χαμηλής βλάστησης και των δασών κωνοφόρων (Λιαρίκος, κ.α., 2012) (www.wwf.gr).

Πίνακας 4.1. Κατηγορίες κάλυψης γης στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας τα έτη 1987 και 2007 (Λιαρίκος, κ.α., 2012) (www.wwf.gr)

Κατηγορία κάλυψης γης	1987 (έκταση στρ.)	2007 (έκταση στρ.)
Δάσος κωνοφόρων	887.324	809.229
Δάσος πλατύφυλλων	1.445.835	1.399.702
Θαμνώνας αείφυλλων/πλατύφυλλων , μεταβατική δασώδης περιοχή	725.907	580.475
Θαμνότοπος	1.156.406	1.158.329
Έκταση χαμηλής βλάστησης	3.569.166	3.081.041
Γεωργική έκταση	5.757.367	6.499.659
Λοιπές καλύψεις	446.021	424.363
Καμένη έκταση	4.173	45.876
Υδάτινη επιφάνεια	63.037	56.650

Ακόμη, στην πεδιάδα της Λάρισας βρίσκεται η τεχνητή λίμνη Κάρλα, η οποία αποξηράνθηκε το 1962 εξ' αιτίας προβλημάτων που δημιουργούνταν από πλημμύρες και κουνούπια (βαλτώδεις εκτάσεις), αλλά και λόγω ανάγκης για αύξηση της γεωργικής γης. Αποτελούσε τη μεγαλύτερη φυσική λίμνη της Θεσσαλίας και έναν από τους σημαντικότερους υγρότοπους της Ελλάδας. Πριν την αποξήρανσή της η έκτασή της κυμαίνονταν μεταξύ 40 και 180 km², ανάλογα με το ισοζύγιο εισροών-εκροών (Zalidis *et al.*, 2004), ενώ από το 2010 γίνονται προσπάθειες για την ανασύστασή της. Σήμερα η επιφάνεια της νέας τεχνητής λίμνης καλύπτει 38 km² (Chamoglou *et al.*, 2014).

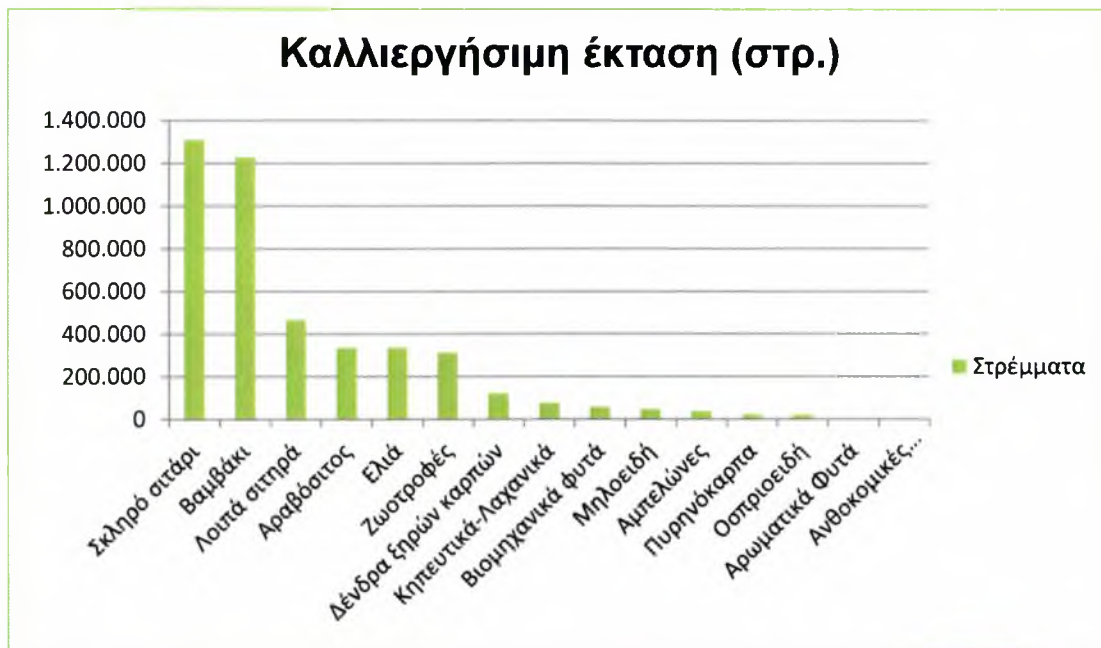
4.2. Κλίμα-Μετεωρολογικά δεδομένα

Το κλίμα του ανατολικού παράκτιου και ορεινού τμήματος της Θεσσαλίας χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό, με θερμό και ξηρό καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα. Ο θεσσαλικός κάμπος περικλείεται από ορεινούς όγκους που αποτελούν εμπόδιο στην άμεση επίδραση της θάλασσας, με αποτέλεσμα το κλίμα που επικρατεί να είναι ηπειρωτικό, με ζεστό καλοκαίρι και ψυχρό χειμώνα. Ακόμη, το κλίμα των δυτικών ορεινών περιοχών της Θεσσαλίας χαρακτηρίζεται ορεινό, παρουσιάζοντας πολλές έντονες βροχοπτώσεις και υψηλό βροχομετρικό δείκτη. Η μέση ετήσια

θερμοκρασία κυμαίνεται στους 16-17⁰C. Οι παραθαλάσσιες περιοχές χαρακτηρίζονται από ετήσια θερμοκρασία που αγγίζει τους 20⁰C, σε αντίθεση με τις πιο ηπειρωτικές περιοχές που αυξάνει και φτάνει περίπου τους 23⁰C (Λάρισα). Ο χειμώνας, με ψυχρότερο μήνα τον Ιανουάριο, έχει μέση θερμοκρασία τους 5,6 ⁰C και το καλοκαίρι, με θερμότερο μήνα τον Ιούλιο, έχει μέση θερμοκρασία τους 27,2 ⁰C. Μεγάλη χωρομεταβλητότητα παρουσιάζουν τα ετήσια ποσά βροχόπτωσης και εξαρτώνται άμεσα από την ηπειρωτικότητα της θέσης. Συνήθως κυμαίνονται από 445,2 χιλιοστά (Βόλος) μέχρι 1.069,2 χιλιοστά (Ασπροπόταμος στα 1200 μέτρα υψόμετρο) (Λιαρίκος κ.α., 2012)(www.wwf.gr).

4.3. Χρήσεις αγροτικής γης

Η καλλιεργήσιμη γη της Θεσσαλίας ανέρχεται στα 4.999.353 στρ. και αποτελεί το 12,68% καλλιεργήσιμης έκτασης της χώρας, με το 48% αυτής να ανήκει στο νομό Λάρισας. Η περιφέρεια Θεσσαλίας χαρακτηρίζεται από αροτραίες καλλιέργειες, οι οποίες αποτελούν το 80% των καλλιεργήσιμων εκτάσεων. Μικρότερα ποσοστά κατέχουν οι δένδροκομικές καλλιέργειες και τα κηπευτικά. Την πρωτιά στην καλλιεργήσιμη έκταση κατέχει το σκληρό σιτάρι με 1.311.541 στρ. με μέση παραγωγή 450.000 τόνους. Δεύτερη καλλιέργεια σε ποσοστό έκτασης της Θεσσαλίας έρχεται αυτή του βαμβακιού (1.227.461 στρ.), ενώ κατέχει την πρώτη θέση μεταξύ των αροτραίων καλλιεργειών σε αρδευόμενες εκτάσεις (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2011). Στο παρακάτω γράφημα, παρουσιάζονται οι κυριότερες καλλιέργειες φυτικής παραγωγής της Περιφέρειας Θεσσαλίας για το έτος 2011 .



Γράφημα 4.3. Κατάταξη των κυριότερων καλλιεργειών της Περιφέρειας Θεσσαλίας (πηγή: Διεύθυνση Αγροτικής Ανάπτυξης Περιφέρειας Θεσσαλίας, 2011)

5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1. Επιλογή σημείων δειγματοληψίας

Αρχικά, για τη δημιουργία των τεχνητών λειμώνων πραγματοποιήθηκε σπορά μίγματος αγρωστωδών και ψυχανθών σε 5 χωράφια, σε λοφώδεις περιοχές με κύρια κάλυψη μακί οικοσυστήματα, στην ευρύτερη περιοχή του Βελεσίνου. Ύστερα από διερεύνηση της γνώμης των αγροτών που χρησιμοποίησαν αυτό το μίγμα, καθώς και τη γνώμη εμπειρογνώμονα διαχείρισης λειμώνων, αποφασίστηκε η χρήση του εμπορικού μίγματος VALDA. Το συγκεκριμένο μίγμα αποτελούνταν από είδη πολυετών αγρωστωδών και ψυχανθών, κατάλληλων για κοπή και βόσκηση, με ανθεκτικότητα στο κρύο και την ξηρασία, αλλά και καλή προσαρμοστικότητα στις συνθήκες της περιοχής. Πιο συγκεκριμένα, η σύνθεση του μίγματος ήταν η εξής: 26% *Lolium perene*, 15% *Lolium multiflorum*, 13% *Trifolium pratense*, 11% *Dactylis glomerata*, 11% *Festuca arundinacea*, 10% *Phleum pratense*, 7% *Lotus corniculatus*, 7% *Trifolium repens*. Οι σπορές έλαβαν χώρα τον Νοέμβριο του 2015 στο πλαίσιο δράσης του προγράμματος LIFE-Φύση «Διατήρηση και διαχείριση του Κιρκινεζιού (*Falco naumanni*) σε τρεις Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) της Ελλάδας».

Η επιλογή των σταθμών δειγματοληψίας έγινε με το πρόγραμμα ArcGIS 10, χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο διανυσματικό αρχείο των καλλιεργειών της περιοχής. Ακόμη, για κάθε λειμώνα συμπληρωνόταν ένα πρωτόκολλο καταγραφής γενικών πληροφοριών που περιελάμβανε τα εξής στοιχεία:

- Ημερομηνία-ώρα
- Αριθμός σταθμού δειγματοληψίας
- Συντεταγμένες αγροτεμαχίου
- Τύπος καλλιεργειών περιμετρικά των λειμώνων
- Τροφοληπτική συμπεριφορά Κιρκινεζιών στο σημείο κλπ.

ενώ το κάθε αρχείο συνοδευόταν από ενδεικτική φωτογραφία. Μαζί με τα παραπάνω στοιχεία καταγράφονταν επίσης οι καιρικές συνθήκες και η θερμοκρασία, σε τακτά χρονικά διαστήματα την περίοδο των δειγματοληψιών.



Εικόνα 5.1.α. Σταθμός δειγματοληψίας Άγιος Γεώργιος (εικόνα από ArcGIS, επεξεργασία: Χρ. Χρηστάκης).



Εικόνα 5.1.β. Σταθμός δειγματοληψίας Μικρό περιβολάκι (εικόνα από ArcGIS, επεξεργασία: Χρ. Χρηστάκης).



Εικόνα 5.1.γ. Σταθμός δειγματοληψίας Βελεστίνο (Μελίσσι) (εικόνα από ArcGIS, επεξεργασία: Χρ. Χρηστάκης).



Εικόνα 5.1.δ. Σταθμοί δειγματοληψίας Βελεστίνο (ΕΠΑ.Λ.-δρόμος) (εικόνα από ArcGIS, επεξεργασία: Χρ. Χρηστάκης).

5.2. Παγίδες παρεμβολής (Pitfall traps)

Οι παγίδες παρεμβολής (pitfall traps) αποτελούν μια ευρέως διαδεδομένη μέθοδο δειγματοληψίας εδαφόβιων οργανισμών, κυρίως Αρθροπόδων (Skvarla *et al.*, 2014), εδώ και δεκαετίες. Είναι μία απλή, εύχρηστη και οικονομική διαδικασία με την οποία γίνεται η συλλογή οργανισμών που είναι δραστήρια στο έδαφος, όπως Κολεόπτερα, Αράχνες, Μυρμήγκια (Formicidae) και είδη που δραστηριοποιούνται τη νύχτα (Laub *et al.*, 2009), ενώ συνήθως χρησιμοποιείται σε περιοχές με χαμηλή βλάστηση ή γυμνό έδαφος (Laub *et al.*, 2009). Όσον αφορά την τάξη των Ορθόπτερων, και ειδικότερα την εδαφόβια οικογένεια των Γρύλλων (Gryllidae) αποτελεί ιδανική μέθοδο δειγματοληψίας, σε αντίθεση με τις οικογένειες Acrididae και Tettigoniidae που δίνει μεν στοιχεία για την ύπαρξη ατόμων τους, αλλά είναι αδύνατο να εκτιμηθεί η αφθονία τους (Nagy *et al.*, 2007).

Οι παγίδες παρεμβολής κατασκευάζονται με απλό τρόπο και αποτελούνται από ένα πλαστικό κυλινδρικό δοχείο το οποίο εγκαθίσταται στο έδαφος στο ίδιο επίπεδο με την επιφάνειά του. Τα δοχεία λειτουργούν παθητικά συλλέγοντας εδαφόβιους οργανισμούς που συμπτωματικά πέφτουν μέσα στην παγίδα. Υπάρχει πληθώρα δοχείων με διαφορετικές διαστάσεις και ανάλογα με τους οργανισμούς που θέλει να συλλέξει ο ερευνητής, επιλέγει και τον τύπο δοχείου με τις καταλληλότερες διαστάσεις. Επιπρόσθετα, η λειτουργία των παγίδων είναι 24ωρη, έτσι συλλέγονται τόσο ημερόβια όσο και νυχτόβια είδη (Skvarla *et al.*, 2014). Σύμφωνα με τους Ausden και Drake (2006), μέσα στο δοχείο συχνά χρησιμοποιείται κάποια συντηρητική ουσία με σκοπό να καθυστερήσει την αποσύνθεση των συλλεχθέντων ατόμων, να αποφευχθεί ο κανιβαλισμός μεταξύ τους και η διαφυγή από την παγίδα. Τα συντηρητικά που χρησιμοποιούνται, διαφοροποιούνται ως προς την πιθανή προσέλκυση ή απώθηση διαφορετικών taxa, γεγονός που ίσως επηρεάζει τη σύνθεση των συλλεχθέντων ατόμων (Weeks and McIntyre, 1997). Ακόμη, αξιόπιστα συντηρητικά υλικά θεωρούνται τα αντιψυκτικά αυτοκινήτων (αιθυλενογλυκόλη ή προπυλενογλυκόλη) (Woodcock, 2005; Schmidt *et al.*, 2006; Ausden & Drake, 2006). Αν τελικά χρησιμοποιηθούν τέτοια υγρά, πρέπει να τοποθετηθεί προστατευτικό κάλυμμα πάνω από τις παγίδες, καθώς παρουσιάζουν υψηλή τοξικότητα για τα μεγαλύτερα ζώα. Με τη χρήση καλύμματος στις παγίδες αποτρέπεται επίσης η εξάτμιση του περιεχόμενου υγρού και η υπερχειλίση τους από το νερό της βροχής (Ausden and Drake, 2006).

Έχει αποδειχθεί ότι τα χαρακτηριστικά της παγίδας, όπως το μέγεθος, το σχήμα και το υλικό κατασκευής επηρεάζουν τις συλλήψεις των εδαφόβιων ειδών. Ειδικότερα, από έρευνα των Cheli and Corley (2010) προέκυψε ότι το σχήμα επηρεάζει τον αριθμό και τη σύνθεση των taxa που συλλέγονται. Ακόμη, το υγρό συντήρησης επηρεάζει επίσης τις συλλήψεις (Woodcock, 2005; Skvarla *et al.*, 2014), αφού έχει παρατηρηθεί ότι προσελκύει και απωθεί διαφορετικά taxa αρθροπόδων και τελικά επηρεάζει τη σύνθεση των taxa που θα συλληχθούν (Weeks and McIntyre, 1997). Συνεπώς, για να είναι τα δεδομένα συγκρίσιμα θα πρέπει οι παγίδες να τυποποιούνται. Αυτό ισχύει και για τον αριθμό των παγίδων, την απόσταση μεταξύ τους, τη χωρική κατανομή τους, όπως και το χρονικό διάστημα που αφήνονται στο πεδίο (Greenslade* and Greenslade, 1971; Schmidt *et al.*, 2006). Επιπλέον, για τη λήψη συγκρίσιμων δεδομένων, θα πρέπει οι σταθμοί δειγματοληψίας που έχουν επιλεγεί να διαθέτουν παρόμοια χαρακτηριστικά, όπως το ύψος της βλάστησης, αλλά και η τοποθέτηση των παγίδων να έχει γίνει την ίδια χρονική περίοδο (Woodcock, 2005). Αξιοσημείωτη είναι η ύπαρξη θηλαστικών σε αποσύνθεση στο εσωτερικό των παγίδων, επειδή μπορεί να λειτουργήσει προσελκυστικά για κάποια taxa Κολεοπτέρων (π.χ. Silphidae), τα οποία σε αυτή την περίπτωση μπορεί να υπερεκτιμηθούν αριθμητικά (Skvarla *et al.*, 2014).

Η μία πλευρά της δραστηριότητας της εδαφοπανίδας, αλλά και η ευαισθησία του κάθε οργανισμού στην παγίδευση είναι δυνατόν να αποτυπωθούν με τη χρήση των παγίδων παρεμβολής (Topping and Sunderland, 1992). Αυτή η τεχνική παγίδευσης μπορεί να παρουσιάσει καλά ποσοτικά αποτελέσματα, υστερεί όμως στην παραγωγή ποιοτικών αποτελεσμάτων (Woodcock, 2005). Συμπερασματικά, το ποσοστό παρουσίας κάθε είδους στην παγίδα, δεν παρουσιάζει την πραγματική σχετική αφθονία του στο ενδιαίτημα που μελετάται, με αποτέλεσμα η μέθοδος να θεωρείται ημι-ποσοτική (Woodcock, 2005).

Με στόχο την εκτίμηση της εδαφοπανίδας στην ευρύτερη περιοχή του Βελεστίνου Μαγνησίας, έγινε τοποθέτηση παγίδων παρεμβολής (pitfall traps) στα επιλεγμένα χωράφια (λειμώνες) των σταθμών δειγματοληψίας, στα τέλη Μαΐου – αρχές Ιουνίου 2016. Η αφθονία και η ποικιλότητα των διάφορων κατηγοριών λείας του Κιρκινεζιού (Κολεόπτερα, Ορθόπτερα, Δερμάπτερα, Χειλόποδα κ.α.) αποτέλεσαν το επίκεντρο της μελέτης στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε. Επιπρόσθετα, παρόλο που η μέθοδος των παγίδων παρεμβολής δεν ενδείκνυται

για συλλογή μη εδαφόβιων taxa, όπως Υμενόπτερα, Δίπτερα, Ορθόπτερα, αυτά συλλέχθηκαν και προσμετρήθηκαν στο περιεχόμενο των παγίδων.

Σε κάθε λειμώνα, τοποθετήθηκαν 10 παγίδες παρεμβολής σε 2 ευθείες γραμμές, 5 σε κάθε ευθεία. Η απόσταση που διατηρήθηκε μεταξύ των παγίδων ήταν περίπου 7 m, ενώ έπρεπε να απέχουν περισσότερο από 10 m από τα όρια των



Εικόνα 5.2.α. Τοποθέτηση παγίδων παρεμβολής στον αγρό.

χωραφιών προς το εσωτερικό τους για την αποφυγή του φαινομένου της

επίδρασης του ορίου (edge effect). Η κάθε παγίδα αποτελούνταν από ένα πλαστικό δοχείο χωρητικότητας 1 L (διαμέτρου στομίου 13 cm και πυθμένα 9,5 cm), το οποίο τοποθετούνταν με εκσκαφή του εδάφους με το στόμιο του να είναι στο ίδιο επίπεδο με την επιφάνεια του εδάφους. Το διάλυμα με το οποίο έγινε πλήρωση του



Εικόνα 5.2.β. Διάταξη παγίδων παρεμβολής στον αγρό (Μακρή, 2015).

δοχείου αποτελούνταν από 250 ml νερό και 80 ml ψυκτικό αυτοκινήτων-Parafllu. Ακόμη, στο διάλυμα περιέχονταν και τρίμματα πράσινου σαπουνιού. Το ψυκτικό υγρό περιείχε 25% κ.β. αιθυλενογλυκόλη και χρησιμοποιήθηκε σαν μέσο παγίδευσης και συντήρησης, μη προσελκυστικό για τους εδαφόβιους οργανισμούς (Schmidt *et al.*, 2006). Η χρήση του πράσινου σαπουνιού έχει ως σκοπό τη μείωση της επιφανειακής τάσης του υγρού. Τελευταίο τμήμα της παγίδας ήταν ένα πλαστικό πιατάκι που λειτουργούσε ως κάλυμμα και στηριζόταν με 4 ξυλάκια στο έδαφος. Το κάλυμμα συνέβαλλε στην προστασία της παγίδας από τα καιρικά φαινόμενα και από μεγαλύτερα ζώα.

Οι παγίδες παρεμβολής παρέμειναν ενεργές στο έδαφος για χρονικό διάστημα μίας εβδομάδας από την ημέρα τοποθέτησής τους. Μετά το πέρας της μίας εβδομάδας γινόταν η συλλογή των παγίδων και οι συλληφθέντες οργανισμοί κάθε παγίδας, με τη βοήθεια σουρωτηριού, τοποθετούνταν σε ειδικά σημασμένα

σακουλάκια τύπου ziplock. Ύστερα, όλο το υλικό που συλλέγονταν αποθηκευόταν στον καταψύκτη του εργαστηρίου στους -20 °C, μέχρι την ανάλυσή του. Τέλος, σε κάποιες παγίδες παρεμβολής συνελήφθησαν μικροθηλαστικά τα οποία καταγράφηκαν επιτόπου στο πεδίο μελέτης, αλλά δεν συμπεριλήφθηκαν στην εργαστηριακή ανάλυση (Μακρή, 2015).

5.3. Γραμμικές διαδρομές (line transects)

Με στόχο την απογραφή των Ορθόπτερων διεξήχθησαν δειγματοληπτικές γραμμικές διαδρομές (line transects), μία ταχεία και οικονομική μέθοδος με ευρεία χρήση για την εκτίμηση, της αφθονίας και του πλούτου των οικογενειών Acrididae και Tettigoniidae. Ακριβέστερα αποτελέσματα αυτής της τεχνικής προκύπτουν σε περιοχές με χαμηλή βλάστηση (<50 cm ύψος φυτών), όπου η πυκνότητα των Ορθόπτερων είναι σχετικά χαμηλή (<2 ενήλικα/m²) (Gardiner *et al.*, 2005).

Κατά την εφαρμογή της γραμμικής διαδρομής (line transect), ένας παρατηρητής ακολουθεί μία προκαθορισμένη πορεία, εντός της περιοχής έρευνας, καταμετρώντας τα άτομα του πληθυσμού που μελετάται. Όσον αφορά τα Ορθόπτερα καταμετρώνται τόσο κινούμενα όσο και ακίνητα άτομα (αποκρινόμενα με άλμα ή πτήση στην όχληση από τον παρατηρητή) (Isern-Vallverdu, *et al.*, 1993). Οι διαδρομές θα πρέπει να σχηματίζουν νοητές ευθείες, να μην επικαλύπτονται και να είναι παράλληλες. Επιπρόσθετα, η απόσταση που θα πρέπει να τηρείται μεταξύ των διαδρομών πρέπει να είναι σταθερή και προδιαγεγραμμένη. Οι Greenwood and Robinson (2006) αναφέρουν ότι ο παρατηρητής θα πρέπει να διατηρεί μία σταθερή και όχι χαμηλή ταχύτητα επειδή μπορεί να υπάρξουν αβλεψίες στις μετρήσεις (μη εντοπισμός) ή να γίνουν διπλομετρήσεις. Παράγοντες, όπως χαμηλή θερμοκρασία, βροχόπτωση, ισχυροί άνεμοι, ηλικιακό στάδιο, ύψος και πυκνότητα βλάστησης περιορίζουν την κίνηση του ατόμου. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να προτιμώνται κατάλληλες κλιματικές συνθήκες για τη διεξαγωγή των μετρήσεων (Isern-Vallverdu, *et al.*, 1993).

Η κάθε γραμμική διαδρομή κάλυπτε όλο το μήκος του χωραφιού με την προϋπόθεση να απέχει τουλάχιστον 10 m από την γειτονική διαδρομή, αλλά και από τα όρια του χωραφιού. Σε κάθε λειμώνα πραγματοποιήθηκαν 2 γραμμικές διαδρομές (line transects), και τα Ορθόπτερα που παρατηρούνταν, καταγράφονταν σε πρωτόκολλο. Επιπλέον, η διάκριση που έγινε μεταξύ των Ορθόπτερων αφορούσε το μέγεθος και προέκυψαν 3 κατηγορίες: 'μεγάλα', 'μεσαία', 'μικρά'. Για

ακριβέστερα αποτελέσματα οι καταμετρήσεις πραγματοποιούνταν σε ώρες υψηλής κινητικότητας και σε θερμοκρασίες ≥ 20 °C.

5.4. Εργαστηριακή ανάλυση δειγμάτων

Οι οργανισμοί που συλλέχθηκαν από τις παγίδες παρεμβολής, αφού αποψύχθηκαν και καθαρίστηκαν, απομονώθηκαν ώστε να πραγματοποιηθεί η καταμέτρηση και η ταυτοποίησή τους. Οι προαναφερθείσες ενέργειες έγιναν με τη χρήση



Εικόνα 5.4. Εργαστηριακή ανάλυση περιεχομένου παγίδων.

εργαστηριακού εξοπλισμού και στερεοσκοπίου (Novex RZB-SF 65.500). Τα Κολεόπτερα και τα Ορθόπτερα ταξινομήθηκαν σε επίπεδο οικογένειας, ενώ οι υπόλοιποι οργανισμοί κατατάχθηκαν σε ανώτερες ταξινομικές κατηγορίες. Μετά το πέρας της συστηματικής κατάταξης των οργανισμών, τα δεδομένα καταγράφηκαν σε πρωτόκολλο με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ευκολότερη η καταμέτρησή τους τόσο σε επίπεδο παγίδας όσο και σε επίπεδο χωραφιού, αλλά και η καταμέτρηση της αφθονίας τους ανά taxon.

5.5. Καταγραφή επιλογών ενδιαίτηματος τροφοληψίας

Στα τέλη Ιουνίου – αρχές Ιουλίου 2016, καταγράφηκαν οι επιλογές ενδιαίτηματος τροφοληψίας του Κιρκινεζιού, σε πέντε τμήματα των περιοχών, που περιλάμβαναν τους επιλεγμένους τεχνητούς λειμώνες. Σκοπός ήταν η εκτίμηση της χρήσης των τεχνητών λειμώνων ως ενδιαίτημα τροφοληψίας από το Κιρκινέζι, σε σχέση με τις γειτονικές τους καλλιέργειες και λοιπές χρήσεις γης.



Εικόνα 5.5. Εποπτική θέση καταγραφής των επιλογών ενδιαίτηματος τροφοληψίας (Μικρό Περιβολάκι).

Η λήψη παρατηρήσεων

πραγματοποιούνταν από εποπτικές θέσεις, μία σε κάθε περιοχή. Η επιλογή των συγκεκριμένων θέσεων παρακολούθησης γινόταν με στόχο την εξασφάλιση της καλύτερης δυνατής ορατότητας προς τους λειμώνες, και τις γειτονικές τους καλλιέργειες και τις άλλες χρήσεις γης. Ακόμη, το χρονικό διάστημα των παρατηρήσεων οριζόνταν από τις 9 π.μ. έως τις 2 μ.μ. και από τις 4 μ.μ. έως τις 8 μ.μ. Για τις παρατηρήσεις, χρησιμοποιήθηκαν διόπτρες παρακολούθησης (κιάλια) για την ευκολότερη αναγνώριση του είδους και για την ορθή καταγραφή επιλογών ενδiciaitήματος τροφοληψίας.

5.6. Στατιστική ανάλυση

Αρχικά, ο αριθμός των συλληφθέντων ατόμων μετασχηματίστηκε σε αριθμό ατόμων ανά 100 παγιδοημέρες με βάση τον τύπο :

$$N' = \frac{N}{t*d} * 100$$

Όπου **N** ο αριθμός των ατόμων που καταγράφηκαν ανά χωράφι

t ο αριθμός των παγίδων παρεμβολής του χωραφιού

d ημέρες που παρέμειναν ενεργές οι παγίδες στο χωράφι

Ο μετασχηματισμός αυτός κρίθηκε αναγκαίος προκειμένου τα δεδομένα που προέκυψαν από τις δειγματοληψίες να είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους. Θεωρείται πως αυτή η μετατροπή σε αριθμό συλλήψεων ανά παγιδοημέρες εκφράζει την πυκνότητα δραστηριότητας των Αρθροπόδων (Σολωμού, 2013).

Όλες οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στη γλώσσα στατιστικού προγραμματισμού R. Η γλώσσα προγραμματισμού R χρησιμοποιείται ευρέως για στατιστικές αναλύσεις, για τη δημιουργία γραφημάτων, αλλά και για την επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων (Peng, 2015).

Κοινό χαρακτηριστικό των οικολογικών δεδομένων είναι η τάση τους να περιλαμβάνουν πολλές μηδενικές τιμές. Έχει σημασία να εξεταστεί προσεκτικά ο τρόπος με τον οποίο προέκυψαν αυτές οι τιμές και να προταθεί ο καταλληλότερος τρόπος μοντελοποίησής τους. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν διαφορετικές πηγές μηδενικών τιμών που εμφανίζονται στα οικολογικά δεδομένα, οι οποίες περιγράφονται σύμφωνα με τον τρόπο που προκύπτουν: είτε από «αληθείς μηδενικές» είτε από «ψευδείς μηδενικές» παρατηρήσεις. Έτσι, η υιοθέτηση μεθόδων που μοντελοποιούν τις πηγές μηδενικών παρατηρήσεων συντελεί στην περαιτέρω διεύρυνση των οικολογικών αναλύσεων (Martin *et al.*, 2005). Στην

παρούσα εργασία, για τη διεξαγωγή της περιγραφικής στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το Zero inflated regression model.

5.7. Δείκτες ποικιλότητας Simpson και Shannon

Με σκοπό την εκτίμηση της ποικιλότητας των ειδών σε μία βιοκοινότητα, χρησιμοποιούνται οι δείκτες ποικιλότητας. Υπάρχει πλήθος δεικτών, με τον καθένα να βασίζεται σε διαφορετικά χαρακτηριστικά, σε σπανιότερα ή κοινότερα είδη. Πιο συχνά χρησιμοποιούνται οι δείκτες Simpson και Shannon.

Ο δείκτης ποικιλότητας Simpson αποτελεί μέθοδο αποτύπωσης της κυριαρχίας και περιγράφει την πιθανότητα δύο ατόμων που θα συλληθούν τυχαία από μία βιοκοινότητα να ανήκουν στο ίδιο είδος (Magurran, 2004). Ο δείκτης ποικιλότητας Simpson υπολογίζεται από τον τύπο (Magurran, 2004):

$$D = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Όπου p_i είναι η πιθανότητα ένα τυχαίο άτομο της βιοκοινότητας με S είδη να ανήκει στο είδος i και

Όπου S ο αριθμός των ειδών

Ακόμη, όσο λιγότερα είδη υπάρχουν σε μία βιοκοινότητα και όσο μεγαλύτερη η ανισοκατανομή των ατόμων σ' αυτά, τόσο εντείνεται η πιθανότητα εμφάνισης του είδους με τα περισσότερα άτομα. Οι τιμές του $1-D$ (πιθανότητα δύο άτομα που επιλέγονται τυχαία να ανήκουν σε διαφορετικά είδη) κυμαίνονται από 0 (χαμηλή ποικιλότητα) μέχρι ~ 1 (υψηλή ποικιλότητα). Επιπρόσθετα, ο συγκεκριμένος δείκτης παρουσιάζει ευαισθησία στα άφθονα (όχι σπάνια), ενώ δεν δίνει ιδιαίτερη βαρύτητα στον αριθμό των ειδών. Τέλος, ο δείκτης Simpson χαρακτηρίζεται για την αξιοπιστία και τη σπουδαιότητά του να εκφράζει τη διακύμανση στην κατανομή της αφθονίας των ειδών (Magurran, 2004).

Ο δείκτης ποικιλότητας Shannon αποτελεί από τους πιο διαδεδομένους δείκτες μέτρησης της ποικιλότητας των ειδών σε μία βιοκοινότητα. Αναλυτικότερα, υποθέτει ότι ένα άτομο επιλέγεται τυχαία από μία μεγάλη βιοκοινότητα και όλα τα είδη εκπροσωπούνται στο δείγμα. Έτσι μετράται ο βαθμός αβεβαιότητας στην πρόβλεψη του είδους (Καρανδεινός, 2007). Ο δείκτης υπολογίζεται από τον τύπο (Magurran, 2004):

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

Όπου p_i η πιθανότητα ένα τυχαίο άτομο της βιοκοινότητας με S είδη, να ανήκει στο είδος i και

Όπου S ο αριθμός των ειδών.

Με την αύξηση των ειδών σε μία βιοκοινότητα, αυξάνεται και ο δείκτης Shannon, οι τιμές του οποίου κυμαίνονται από 1,5 ως 3,5 (σπανίως 4) (Magurran, 2004), ενώ παρουσιάζει ευαισθησία στα σπανιότερα είδη.

5.8. Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (GIS)

Όσον αφορά τη χρήση των λειμώνων από το Κιρκινέζι, εκτιμήθηκαν τα διαθέσιμα ενδαιτήματα γύρω από τους τεχνητούς λειμώνες με τη χρήση Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (GIS). Το GIS αποτελεί ένα ψηφιακό σύστημα, το οποίο μπορεί να συλλέξει, να συσχετίσει, να αναλύσει και να παρουσιάσει γεωγραφικά δεδομένα (Church, 2002). Ειδικότερα, μέσω αυτού του συστήματος γίνεται ανάλυση της χωρικής τοποθεσίας, ενώ τα επίπεδα των πληροφοριών απεικονίζονται με τη χρήση χαρτών και τρισδιάστατων σκηνών (Church, 2002). Διαθέτοντας αυτή τη μοναδική δυνατότητα, το GIS παρουσιάζει αποτελέσματα που έχουν προέλθει από περισσότερες παραμέτρους, βοηθώντας τον χρήστη να κάνει σωστότερες επιλογές (Charman and Thornes, 2003).

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1. Λεία στις παγίδες παρεμβολής (pitfall traps)

Αρχικά, τα δεδομένα προέκυψαν από 50 παγίδες παρεμβολής που τοποθετήθηκαν σε 5 λειμώνες (10 παγίδες/λειμώνα). Υπήρξαν κάποιες κατεστραμμένες παγίδες που κρίθηκαν ακατάλληλες και δεν προσμετρήθηκαν στα αποτελέσματα. Ο συνολικός αριθμός των ατόμων λείας που συλλέχθηκε από όλες τις παγίδες παρεμβολής ήταν 701 άτομα. Αναλυτικότερα, για τον 1^ο λειμώνα το σύνολο που διαμορφώθηκε ήταν 49 άτομα, για τον 2^ο λειμώνα ήταν 98 άτομα, για τον 3^ο ήταν 120 άτομα, για τον 4^ο ήταν 177 άτομα, ενώ για τον 5^ο ο συνολικός αριθμός των ατόμων που συλλέχθηκαν άγγιξε τα 257 άτομα. Τα στοιχεία αυτά παρουσιάζονται και στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 6.1. Άτομα λείας που συλλέχθηκαν ανά λειμώνα από τις παγίδες παρεμβολής και συνολικός αριθμός ατόμων από όλους τους λειμώνες.

Άτομα που συλλέχθηκαν από τον 1 ^ο λειμώνα	49
Άτομα που συλλέχθηκαν από τον 2 ^ο λειμώνα	98
Άτομα που συλλέχθηκαν από τον 3 ^ο λειμώνα	120
Άτομα που συλλέχθηκαν από τον 4 ^ο λειμώνα	177
Άτομα που συλλέχθηκαν από τον 5 ^ο λειμώνα	257
Συνολικός αριθμός ατόμων που συλλέχθηκαν από τις παγίδες παρεμβολής	701

Στη συνέχεια, κατά την εργαστηριακή ανάλυση των ατόμων που συλλέχθηκαν από τις παγίδες παρεμβολής, αυτά ταξινομήθηκαν συστηματικά με τη βοήθεια ειδικού. Πιο συγκεκριμένα, τα Κολεόπτερα και τα Ορθόπτερα ταξινομήθηκαν σε επίπεδο Οικογένειας, ενώ κάποια άλλα άτομα ταξινομήθηκαν σε επίπεδο taxon. Τα taxa που αναγνωρίστηκαν αφορούσαν κυρίως Αρθρόποδα, Γαστερόποδα και Αράχνες. Ακόμη, σε κάποιες παγίδες εντοπίστηκαν μικροθηλαστικά, τα οποία δεν προσμετρήθηκαν. Από τα Αρθρόποδα προσδιορίστηκαν 8 τάξεις Εντόμων: όπως

Κολεόπτερα (18 οικογένειες), Ορθόπτερα, Δίπτερα, Δερμάπτερα, Υμενόπτερα (κυρίως οικογένεια Formicidae), και ελάχιστα Λεπιδόπτερα και Δικτυόπτερα. Επιπρόσθετα, εντοπίστηκαν προνύμφες Κολεοπτέρων και προνύμφες άλλων Εντόμων, που αποτέλεσαν ξεχωριστές κατηγορίες. Άλλα Αρθρόποδα που αναγνωρίστηκαν ήταν τα Διπλόποδα, τα Χειλόποδα, τα Ισόποδα και οι Αράχνες. Τέλος, υπήρξαν και περιπτώσεις στις οποίες κάποια Κολεόπτερα ήταν αδύνατο να ταυτοποιηθούν με αποτέλεσμα να καταταχθούν σε ξεχωριστή κατηγορία.

Όπως φαίνεται στο **γράφημα 6.1.** από το σύνολο των ατόμων που συνελήφθησαν, το μεγαλύτερο ποσοστό 42,94% καταλαμβάνει η οικογένεια Formicidae (Μυρμήγκια), τα Coleoptera με ποσοστό 17,37% και ακολουθούν στη συνέχεια άλλα Αρθρόποδα που περιλαμβάνουν Διπλόποδα, Χειλόποδα και Ισόποδα σε ποσοστό που αγγίζει το 23,52%. Με 9,92% ακολουθεί το taxon Aranae (Αράχνες). Τέλος, μικρό ποσοστό 5,3% αντιστοιχεί στα άλλα Έντομα, όπως Δίπτερα, Ημίπτερα, Δερμάπτερα, Υμενόπτερα (εκτός των Formicidae) και άλλα, ενώ ποσοστά 0,6% και 0,35% στα Γαστερόποδα και τα Ορθόπτερα, αντίστοιχα.



Γράφημα 6.1. Συλλήψεις Αρθροπόδων στις παγίδες παρεμβολής σε όλους τους λειμώνες (ποσοστό%).

6.2. Αφθονία των Κολεοπτέρων των παγίδων παρεμβολής

Σύμφωνα με τις εργαστηριακές και στατιστικές αναλύσεις για την αφθονία των διαφόρων οικογενειών Κολεοπτέρων προέκυψε ότι για το σύνολο των λειμώνων το μεγαλύτερο ποσοστό αφθονίας συγκεντρώνει η οικογένεια Carabidae (27,5%), ενώ ακολουθούν οι οικογένειες Elateridae, Scarabaeidae, Tenebrionidae με ποσοστά 20%, 19,5% και 13,5%, αντίστοιχα. Στη συνέχεια, ακολούθησαν οι οικογένειες

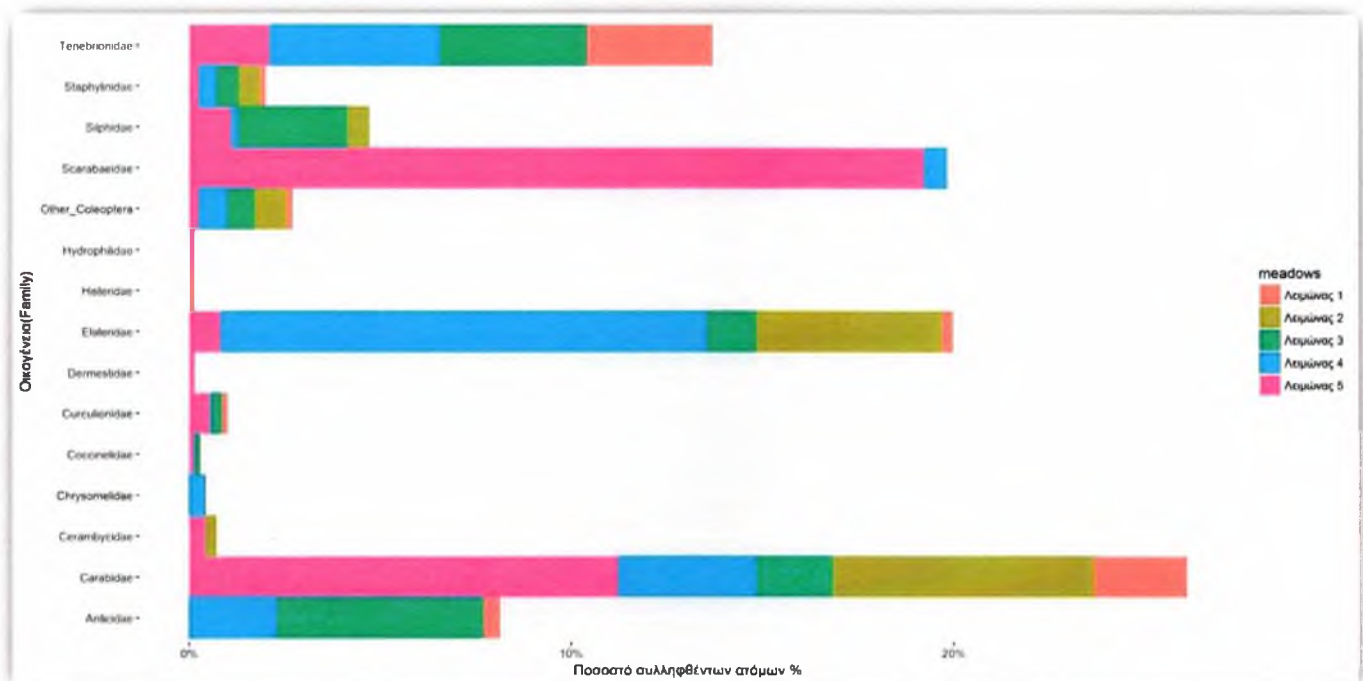
Anthicidae και Silphidae με 8% και 4,5%, αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες οικογένειες Κολεοπτέρων συγκέντρωσαν αρκετά χαμηλά ποσοστά αφθονίας (γράφημα 6.2.α.).



Γράφημα 6.2.α. Αφθονία ατόμων Κολεοπτέρων ανά οικογένεια (%) (σε άτομα/100 παγιδοημέρες)

Όσο αφορά την αφθονία των Κολεοπτέρων ανά λειμώνα (Γράφημα 6.2.β.) προέκυψε ότι για τον 1^ο λειμώνα η οικογένεια με την μεγαλύτερη αφθονία είναι τα Tenebrionidae που συγκεντρώνουν ποσοστό περίπου 3% και ακολουθούν τα Carabidae με ποσοστό περίπου 2,5%. Στο 2^ο λειμώνα κυριαρχεί η οικογένεια Carabidae με 7,5%, ενώ με 5% έπονται τα Elateridae. Ακόμη, καταγράφονται οι οικογένειες Staphylinidae, Silphidae, Cerambycidae και άλλα Κολεόπτερα, συγκεντρώνοντας αρκετά χαμηλά ποσοστά. Σχετικά με τον 3^ο λειμώνα επικρατεί η οικογένεια Anthicidae με ποσοστό περίπου 5% και με μικρή διαφορά ακολουθούν τα Tenebrionidae με περίπου 4%. Επίσης, μικρά ποσοστά καταγράφουν, κατά σειρά, τα Silphidae, τα Carabidae και τα Elateridae. Στον 4^ο λειμώνα κυριαρχούν τα Elateridae αγγίζοντας το 13% και έπονται τα Tenebrionidae με ποσοστό 5%. Ακολουθούν τα Carabidae και τα Anthicidae με ποσοστό περίπου 3,5% και 2%, αντίστοιχα, ενώ χαμηλότερα κυμαίνονται οι οικογένειες Staphylinidae, Silphidae, Scarabaeidae, Chrysomelidae και άλλα Κολεόπτερα. Τέλος, στον 5^ο λειμώνα παρατηρείται ιδιαίτερα αυξημένο ποσοστό της οικογένειας Scarabaeidae (19%), ενώ έπεται η οικογένεια Carabidae με 11,5%.

Οι οικογένειες Tenebrionidae, Silphidae, Elateridae, Curculionidae και Cerambycidae καταγράφουν χαμηλά ποσοστά.



Γράφημα 6.2.β. Αφθονία ατόμων Κολεοπτέρων ανά οικογένεια και λειμώνα (%) (σε άτομα/100 παγιοδοημέρες).

Όπως φαίνεται από το γράφημα 6.2.γ. για την οικογένεια Tenebrionidae, στον λειμώνα 5 το εύρος τιμών είναι αρκετά μικρό και η διάμεσος αγγίζει την χαμηλότερη τιμή του, ενώ για τον λειμώνα 4 το εύρος είναι μεγαλύτερο και η διάμεσος είναι μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής. Παράλληλα, για τον λειμώνα 3 το εύρος τιμών είναι μεγάλο και η διάμεσος τείνει προς την ελάχιστη τιμή. Τέλος, ο λειμώνας 1 έχει μικρό εύρος τιμών και η διάμεσος τείνει προς την μεγαλύτερη τιμή του.

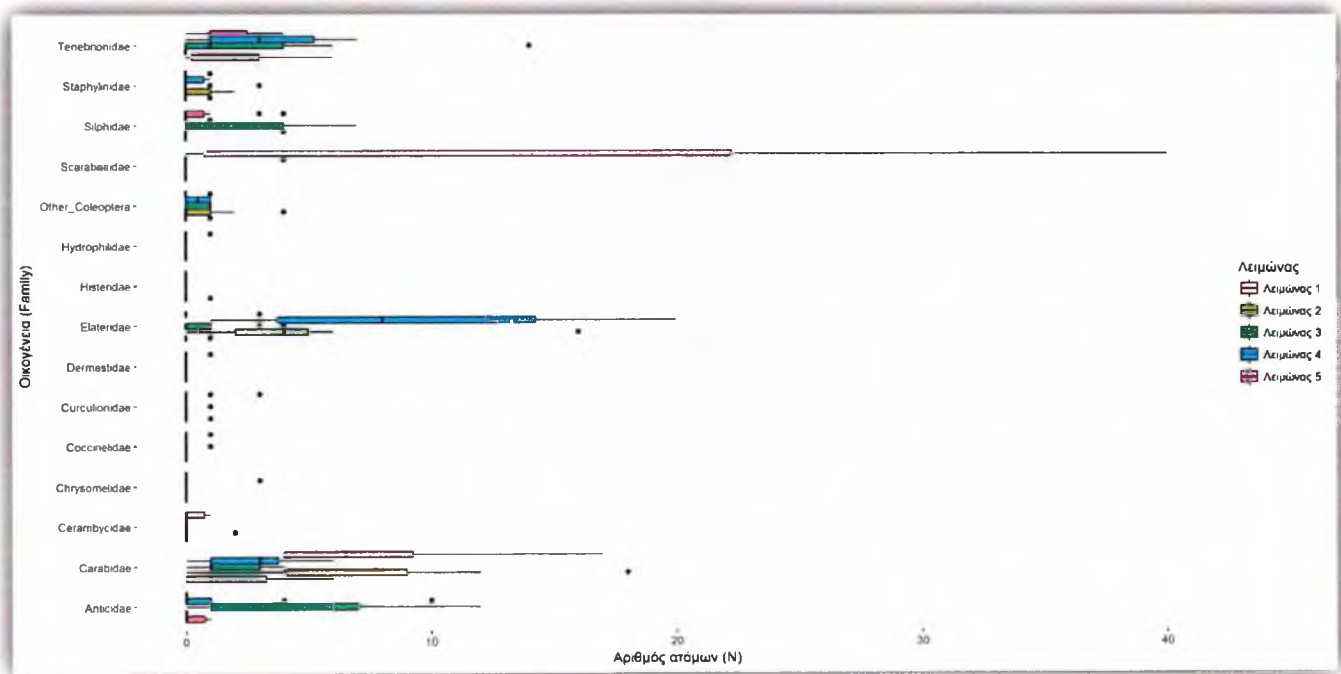
Όσο αφορά στην οικογένεια Scarabaeidae, αυτή εντοπίζεται στον λειμώνα 5, παρουσιάζει μεγάλο εύρος παρατηρήσεων και η διάμεσος τείνει προς την ελάχιστη τιμή του εύρους τιμών. Επιπρόσθετα, για την οικογένεια Silphidae παρουσιάζονται δεδομένα για τους λειμώνες 3 και 5. Ο λειμώνας 5 έχει πολύ μικρό εύρος τιμών και η διάμεσος αγγίζει την ελάχιστη τιμή του. Το εύρος του λειμώνα 3 είναι λίγο μεγαλύτερο από αυτό του 5 και η διάμεσος του τείνει προς την ελάχιστη τιμή του.

Ακόμη, η οικογένεια Elateridae καταγράφηκε στους λειμώνες 2,3,4. Ειδικότερα, ο λειμώνας 4 διαθέτει το μεγαλύτερο εύρος τιμών γι' αυτήν την οικογένεια, ενώ η διάμεσος τείνει προς την χαμηλότερη τιμή. Στον λειμώνα 3 διακρίνεται μικρό εύρος

τιμών και η διάμεσος έχει την ελάχιστη τιμή. Ο λειμώνας 2 έχει μεγαλύτερο εύρος τιμών από τον 3, ενώ η διάμεσος τείνει στην μέγιστη τιμή του.

Όσο αφορά στην οικογένεια Carabidae, παρουσιάζονται δεδομένα και για τους πέντε λειμώνες. Αναλυτικότερα, στον λειμώνα 5 διακρίνεται το μεγαλύτερο εύρος παρατηρήσεων και η διάμεσος τοποθετείται ενδιάμεσα της μέγιστης και της ελάχιστης τιμής. Ο λειμώνας 4 έχει μικρό εύρος τιμών και η διάμεσος τείνει στη μέγιστη τιμή, ενώ ο λειμώνας 3 διαθέτει το μικρότερο εύρος τιμών και η διάμεσος παίρνει τη μικρότερη τιμή του. Στον λειμώνα 2 παρουσιάζεται μεγάλο εύρος τιμών και η διάμεσος αγγίζει την ελάχιστη τιμή του. Τέλος, για τον λειμώνα 1 το εύρος είναι μικρό και η διάμεσος τείνει στην μικρότερη τιμή του.

Σχετικά με την οικογένεια Anthicidae, αυτή καταγράφηκε στους λειμώνες 1, 3 και 4. Πιο συγκεκριμένα, οι λειμώνες 1 και 4 διαθέτουν περίπου το ίδιο εύρος τιμών και οι διάμεσοί τους παίρνουν την ελάχιστη τιμή. Αντίθετα, για τον λειμώνα 3 το εύρος τιμών είναι σχετικά μεγάλο, ενώ η διάμεσος τείνει προς την χαμηλότερη τιμή.



Γράφημα 6.2.γ. Γραφήματα συνολικής αφθονίας Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100 παγίδοημέρες) για τους πέντε λειμώνες.

6.3. Ποικιλότητα Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής

Στον πίνακα 6.3. που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τιμές των δεικτών ποικιλότητας Shannon και Simpson στους 5 επιλεγμένους λειμώνες. Όσο αφορά στον δείκτη ποικιλότητας Shannon, η μεγαλύτερη τιμή (2,17321) υπολογίστηκε για τον λειμώνα 4, ενώ η ελάχιστη τιμή για τον λειμώνα 5 (0,619074). Σχετικά με τον δείκτη ποικιλότητας Simpson, τη μέγιστη τιμή κατέχει ο λειμώνας 5 (0,848617), ενώ την ελάχιστη ο λειμώνας 3 (0,504127).

Πίνακας 6.3. Διακύμανση ποικιλότητας των Κολεοπτέρων των παγίδων παρεμβολής με βάση τους δείκτες Shannon και Simpson στους 5 λειμώνες.

Λειμώνες	Shannon	Simpson
Λειμώνας 1	1,767254	0,736971
Λειμώνας 2	1,884172	0,795254
Λειμώνας 3	1,372881	0,504127
Λειμώνας 4	2,17321	0,819768
Λειμώνας 5	0,619074	0,848617

6.4. Zero inflated model

Όπως προαναφέρθηκε, για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων των παγίδων παρεμβολής χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο Zero inflation. Στόχος της χρήσης αυτής της μεθόδου ήταν ο έλεγχος των αφθονιών των πέντε λειμώνων και η διερεύνηση της επίδρασης των διαφορετικών λειμώνων στον συνολικό αριθμό των Κολεοπτέρων.

Το μηδενικό μοντέλο εκτιμά τις αφθονίες των παγίδων παρεμβολής ανά λειμώνα (πίνακας 6.4.α.), χωρίς να λαμβάνει υπ' όψιν του την επίδραση των μηδενικών καταγραφών. Αντίθετα, το μοντέλο στον πίνακα 6.4.β. εκτιμά στατιστικά τις αφθονίες λαμβάνοντας υπ' όψιν την επίδραση των μηδενικών καταγραφών. Από τον πίνακα 6.4.α. προκύπτει ότι οι λειμώνες 1,2,3,4 και 5 επιδρούν στατιστικά σημαντικά στον αριθμό των Κολεοπτέρων ($p < 0,05$). Ειδικότερα, με βάση τον πίνακα 6.4.β., οι αφθονίες των Κολεοπτέρων υπολογίζονται:

Αφθονίες Κολεοπτέρων = $1,566402 + 0,6372 * \text{Λειμώνας 1} + 1,0529 * \text{Λειμώνας 2} + 0,4000 * \text{Λειμώνας 3} + 0,8111 * \text{Λειμώνας 4} + 1,1720 * \text{Λειμώνας 5}$

Πίνακας 6.4.α. Διερεύνηση διαφοροποίησης των Κολεόπτρων ανά λειμώνα (Poisson regression)

	Εκτιμώμενη τυπική απόκλιση	Σφάλμα	Τιμή Z	Επίπεδο σημαντικότητας (p)
(Intercept)	0.6372	0.1753	3.634	0.000279
Λειμώνας 1	0.6372	0.1753	3.634	0.000279 ***
Λειμώνας 2	1.0529	0.2030	5.188	2.13e ⁻⁰⁷ ***
Λειμώνας 3	0.4000	0.2022	1.978	0.047877 *
Λειμώνας 4	0.8111	0.1917	4.231	2.33e ⁻⁰⁵ ***
Λειμώνας 5	1.1720	0.1862	6.293	3.12e ⁻¹⁰ ***

Πίνακας 6.4.β. Διερεύνηση διαφοροποίησης των Κολεόπτρων ανά λειμώνα (Binomial regression)

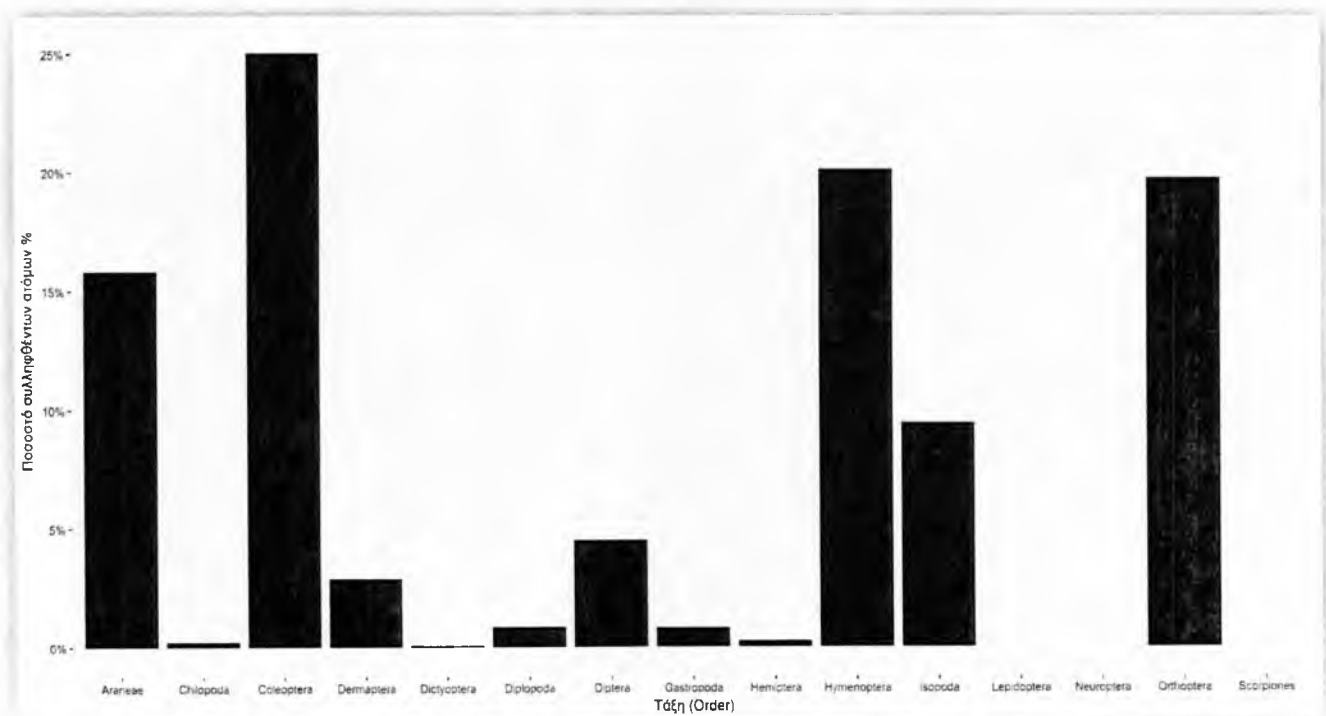
	Εκτιμώμενη τυπική απόκλιση	Σφάλμα	Τιμή Z	Επίπεδο σημαντικότητας (p)
(Intercept)	1.566402	0.248494	6.304	2.91e ⁻¹⁰
Λειμώνας 1	1.566402	0.248494	6.304	2.91e ⁻¹⁰ ***
Λειμώνας 2	0.003778	0.359070	0.011	0.9916
Λειμώνας 3	-0.789781	0.316128	-2.498	0.0125 *
Λειμώνας 4	-0.608335	0.309392	-1.966	0.0493 *
Λειμώνας 5	-0.625046	0.308021	-2.029	0.0424 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 Number of iterations in BFGS optimization: 18
 Log-likelihood: -940.9 on 10 Df

6.5. Σύγκριση της αφθονίας λείας των λειμώνων με αυτή διαφορετικών τύπων καλλιεργειών

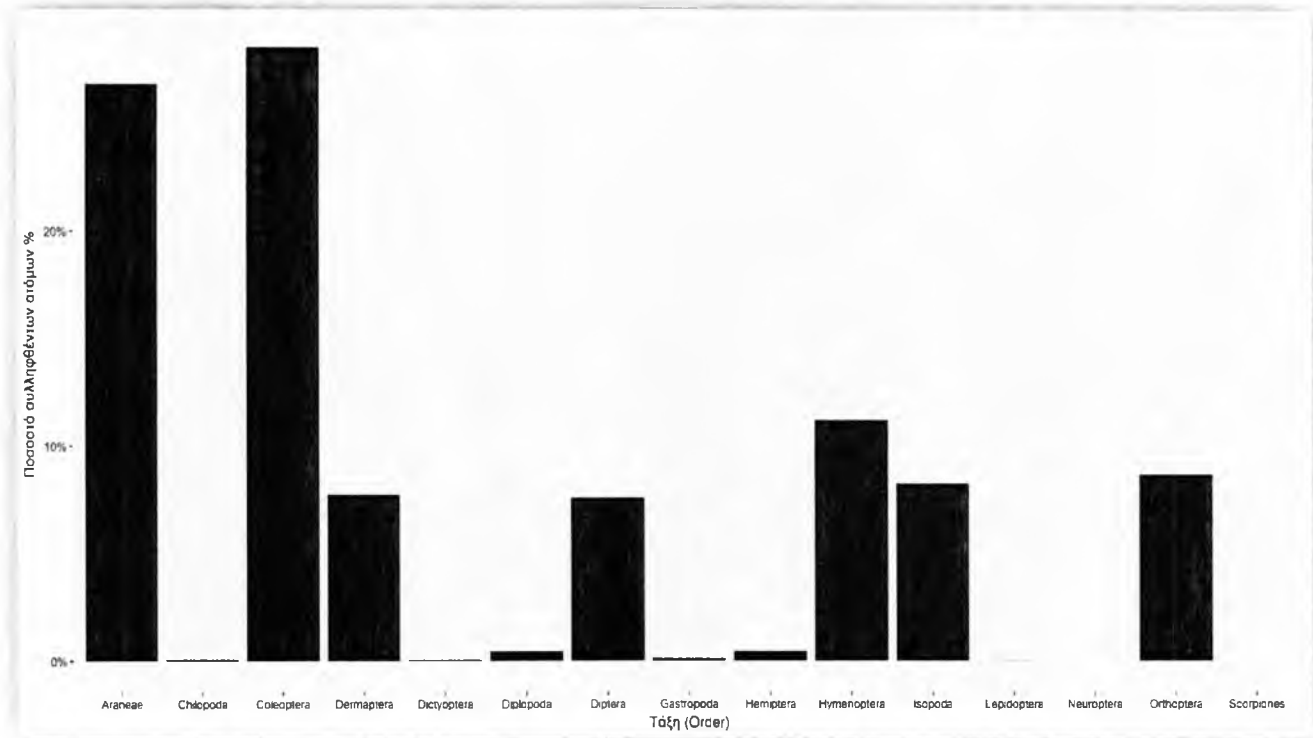
Για την καλύτερη εκτίμηση των αποτελεσμάτων, θα γίνει σύγκριση της αφθονίας λείας των λειμώνων με αυτή διαφορετικών τύπων καλλιεργειών. Τα δεδομένα που θα παρουσιαστούν αφορούν καλλιέργειες δημητριακών, βαμβακιού και ψυχανθών και αντλήθηκαν από το πρόγραμμα LIFE11NAT/GR/001011, με τίτλο: "Διατήρηση και διαχείριση του Κιρκινεζιού (*Falco naumanni*) σε τρεις Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) της Ελλάδας".

Το γράφημα 6.5.α. απεικονίζει το ποσοστό % των συλληφθέντων ατόμων ανά ταχον στα δημητριακά. Πιο συγκεκριμένα, τη μεγαλύτερη αφθονία παρουσιάζουν τα Κολεόπτερα με ποσοστό 25%. Αμέσως μετά ακολουθούν τα Υμενόπτερα με ποσοστό περίπου 20%, ενώ με μικρή διαφορά έπεται η τάξη των Ορθόπτερων με ποσοστό περίπου 19,5%. Ακολουθούν οι τάξεις Αράχνες και Ισόποδα με ποσοστά περίπου 16% και 9%, αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες ταξινομικές κατηγορίες καταγράφουν αρκετά μικρά ποσοστά.



Γράφημα 6.5.α. Ποσοστό συλληφθέντων ατόμων ανά ταχον σε καλλιέργεια δημητριακών (στοιχεία από το πρόγραμμα LIFE για το Κιρκινέζι).

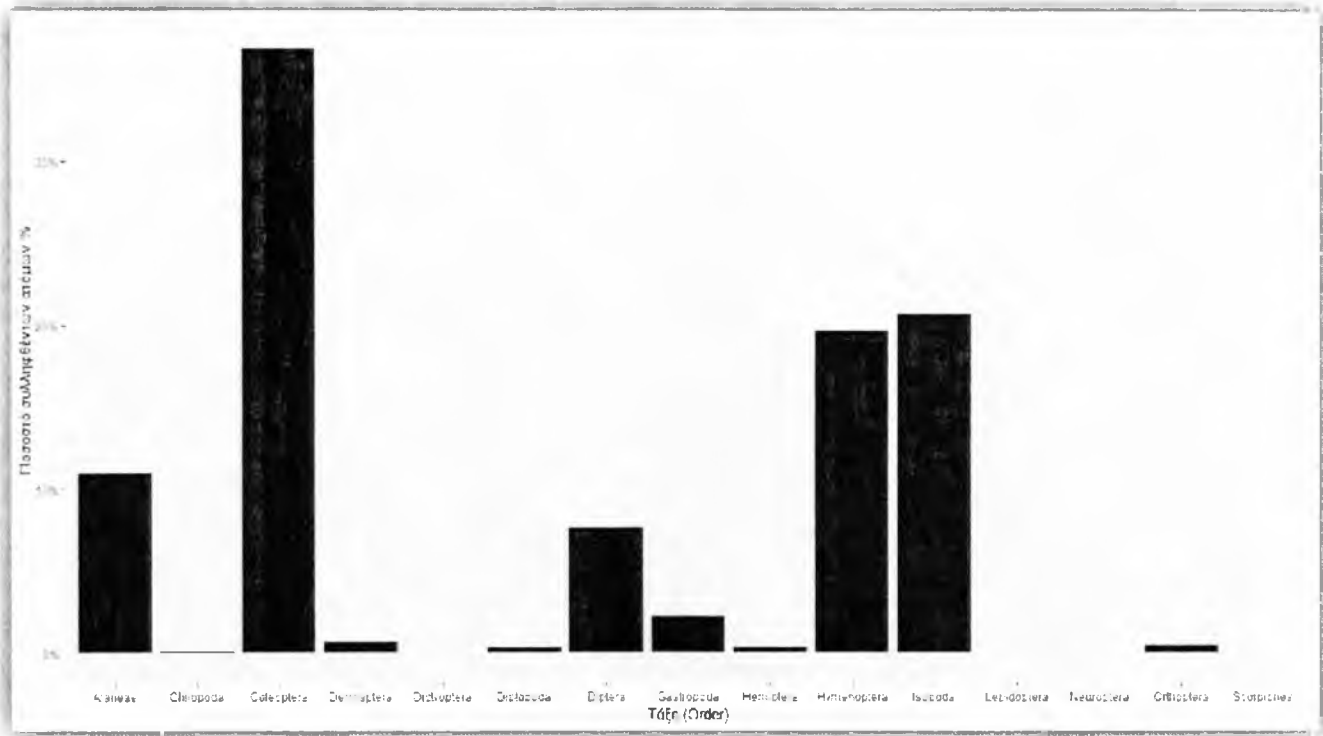
Ακολούθως, το γράφημα 6.5.β. αναπαριστά το ποσοστό % συλληφθέντων ατόμων ανά taxon στο βαμβάκι. Αναλυτικότερα, τα Κολεόπτερα φαίνεται πάλι να



Γράφημα 6.5.β. Ποσοστό συλληφθέντων ατόμων ανά taxon σε καλλιέργεια βαμβακιού (στοιχεία από το πρόγραμμα LIFE για το Κιρκινέζι).

κυριαρχούν με ποσοστό περίπου 28%, ενώ έπονται οι Αράχνες με ποσοστό 26%. Ακολουθούν κατά σειρά τα Υμενόπτερα (~11%), τα Ορθόπτερα (~9%), τα Ισόποδα (~8,5%), τα Δίπτερα (~7%) και τα Δερμάπτερα (~7%). Οι υπόλοιπες τάξεις, όπως φαίνεται και στο γράφημα 6.5.β. παρουσιάζουν χαμηλά ποσοστά.

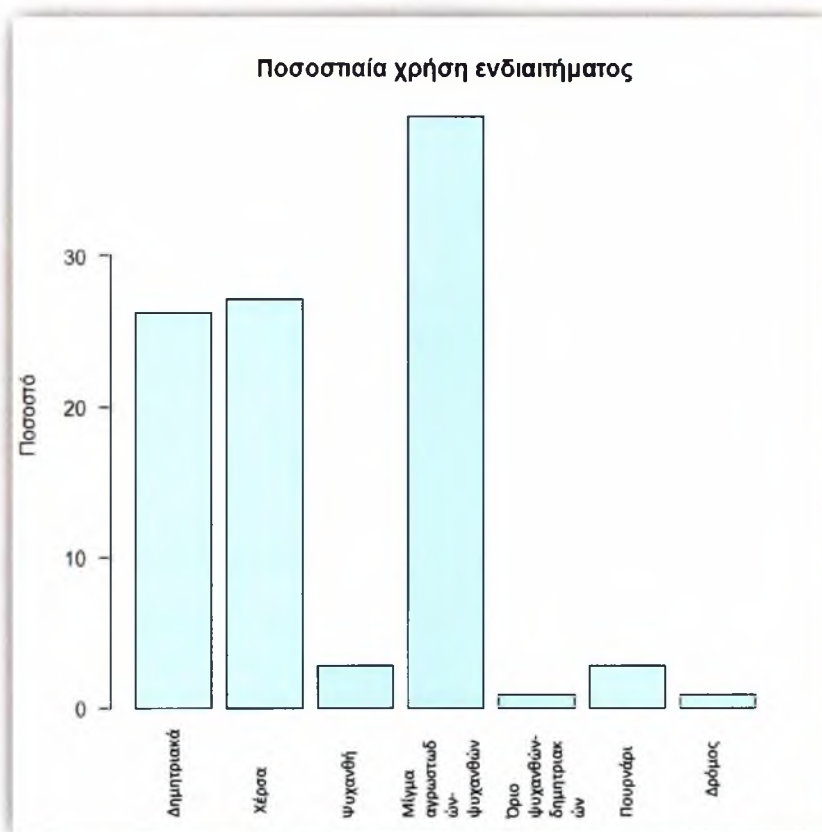
Το τελευταίο γράφημα 6.5.γ. απεικονίζει το ποσοστό % συλληφθέντων ατόμων ανά taxon στα ψυχανθή. Παρατηρείται ότι η τάξη που κυριαρχεί με το μεγαλύτερο ποσοστό, ~37%, είναι εκείνη των Κολεοπτέρων. Ακολουθούν τα Ισόποδα με ποσοστό 21%, ενώ με μικρή διαφορά έπονται τα Υμενόπτερα με ποσοστό 19%. Κατά σειρά ακολουθούν οι τάξεις των Αραχνών (~11%) και των Δίπτερων (~7,5%). Οι υπόλοιπες τάξεις, όπως φαίνεται στο γράφημα, δεν παρουσιάζουν σημαντικές αφθονίες.



Γραφημα 6.5.γ. Ποσοστό συλληφθέντων ατόμων ανά ταχον σε καλλιέργεια ψυχανθών (στοιχεία από το πρόγραμμα LIFE για το Κιρκινέζι).

6.6. Χρήση των λειμώνων και άλλων ενδιαιτημάτων από το Κιρκινέζι

Προκειμένου να εκτιμηθεί η χρήση των λειμώνων από το Κιρκινέζι και σε σχέση με άλλα ενδιαιτήματα πραγματοποιήθηκαν παρατηρήσεις πεδίου. Ύστερα από τη στατιστική επεξεργασία αυτών των δεδομένων προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα.



Γράφημα 6.6. Ποσοστιαία χρήση ενδιαιτημάτων (σύνολο των παρατηρήσεων και στις πέντε περιοχές)

Συγκρίνοντας τη χρήση ενδιαιτήματος από το Κιρκινέζι μεταξύ των λειμώνων και των υπόλοιπων ενδιαιτημάτων της περιοχής (δημητριακά, χέρσα, ψυχανθή, θαμνώνες πουρναριού), βρέθηκε με βάση τις παρατηρήσεις πεδίου, ότι οι λειμώνες συγκέντρωσαν το υψηλότερο ποσοστό (39,25%). Ακολουθούν τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια αγγίζοντας το ποσοστό 27,10%, ενώ με ελάχιστη διαφορά της τάξης του 1% έπονται οι γεωργικές εκτάσεις με καλλιέργειες δημητριακών με ποσοστό 26,17%. Φυσικά, υπήρξαν παρατηρήσεις και σε άλλα ενδιαιτήματα όπως, καλλιέργειες ψυχανθών και θαμνώδεις περιοχές (πουρνάρι) που συγκέντρωσαν στο ποσοστό 2,80%.

Στον πίνακα 6.6. παρουσιάζονται αναλυτικά τα ποσοστά χρήσης των ενδαιτημάτων τροφοληψίας που έγιναν από το Κιρκινέζι σε κάθε περιοχή δειγματοληψίας.

Πίνακας 6.6. Ποσοστιαία (%) προτίμηση ενδαιτημάτων τροφοληψίας ανά περιοχή (οι 3 λειμώνες του Βελεστίνου συμπτύχθηκαν επειδή υπήρχαν αλληλεπικαλύψεις λόγω κοντινών σημείων)

	Άγιος Γεώργιος	Μικρό Περιβολάκι	Βελεστίνο
Δημητριακά	7,48	12,15	6,54
Χέρσα	4,67	7,48	14,95
Ψυχανθή	2,80	0,00	0,00
Μίγμα αγρωστωδών-ψυχανθών	1,87	6,54	30,84
Όριο ψυχανθών-δημητριακών	0,93	0,00	0,00
Πουρνάρι	0,00	0,00	2,80
Δρόμος	0,00	0,00	0,93

Πιο συγκεκριμένα, στην περιοχή του Αγίου Γεωργίου κυριάρχησαν οι καλλιέργειες των δημητριακών με ποσοστό 7,5%, ενώ το χωράφι με το μίγμα αγρωστωδών και ψυχανθών άγγιξε το 2% των επιλογών. Όσο αφορά στο Μικρό Περιβολάκι, το μεγαλύτερο ποσοστό των επιλογών (12,2%) συγκέντρωσαν τα δημητριακά, ενώ το μίγμα αγρωστωδών και ψυχανθών άγγιξε το 6,5%. Τέλος, οι παρατηρήσεις στους τρεις λειμώνες στην περιοχή του Βελεστίνου συνυπολογίστηκαν επειδή υπήρχαν αλληλεπικαλύψεις λόγω κοντινών αποστάσεων. Σε αυτούς το μίγμα αγρωστωδών και ψυχανθών κυριάρχησε με 31%, ενώ ακολούθησαν τα χέρσα/ ακαλλιέργητα εδάφη με ποσοστό 15%.

7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ποικιλότητα της ορνιθοπανίδας αλλά και η χωρική κατανομή της επηρεάζονται από παράγοντες όπως η ανθρώπινη δραστηριότητα, το είδος και η δομή της βλάστησης και τη διαθεσιμότητα τροφής της εκάστοτε περιοχής (Στάης και Πυροβέτσης, 2006). Τις τελευταίες δεκαετίες έχει μελετηθεί έντονα η συσχέτιση της εντατικοποίησης της γεωργίας και της μείωσης των πληθυσμών πολλών ειδών πουλιών στην Ευρώπη (Donald *et al.*, 2002). Η ανορθολογική εφαρμογή σύγχρονων γεωργικών πρακτικών και η μείωση της ετερογένειας των ενδιαιτημάτων (Donald *et al.*, 2002) έχουν συντελέσει στην ανισορροπία των οικοσυστημάτων, μειώνοντας τη διαθέσιμη τροφή (Αρθρόποδα κ.α.) και άλλους πόρους που κρίνονται αναγκαίοι για τη διατήρηση και επιβίωση της ορνιθοπανίδας (www.ornithologiki.gr).

Στην παρούσα έρευνα μελετήθηκε η χρήση τεχνητών λειμώνων σε σχέση με άλλα ενδιαιτήματα, που αποτελούν τροφοληπτικό ενδιαίτημα από το Κιρκινέζι. Το μίγμα που σπάρθηκε στους λειμώνες αποτελούνταν από αγρωστώδη και ψυχανθή, ενώ στη συνέχεια οι λειμώνες ελέγχθηκαν ως προς την αφθονία και την ποικιλότητα των ειδών που διαθέτουν και αποτελούν εν δυνάμει διαθέσιμη λεία για το Κιρκινέζι. Οι λειμώνες είναι εκτάσεις γης που έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο με τεχνητή σπορά και έχουν σκοπό την κάλυψη των διατροφικών αναγκών των αγροτικών ζώων άμεσα (βόσκηση) ή έμμεσα (παραγωγή ζωοτροφής) (Παπαναστάσης, 1976; Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης, 1992), αλλά και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας (χλωρίδας και πανίδας) (Βαΐτσης, 1987).

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση της αφθονίας της εδαφόβιας λείας του Κιρκινεζιού ήταν η χρήση παγίδων παρεμβολής (pitfall traps) και κρίθηκε κατάλληλη για τη συλλογή εδαφόβιων Αρθροπόδων και όχι άλλων ομάδων ζώων, όπως Ορθόπτερα. Επίσης, με τις παγίδες συλλέχθηκαν μικροθηλαστικά και άλλα taxa που αποτέλεσαν ένδειξη ποικιλότητας των λειμώνων. Ωστόσο, δεν συμπεριλήφθησαν στα αποτελέσματα εξ' αιτίας του μικρού αριθμού τους και της μη εξειδικευμένης γι' αυτά μεθόδου δειγματοληψίας. Στη συνέχεια, έγινε ταυτοποίηση στο εργαστήριο και συστηματική κατάταξη των συλληφθέντων ατόμων σε επίπεδο οικογένειας για τα Κολεόπτερα και τάξης για τους λοιπούς οργανισμούς. Οι Biaggini *et al.* (2007) προτείνουν τη διάκριση σε κατηγορίες ανώτερες του είδους, για μελέτες βιοποικιλότητας τοπικής κλίμακας. Στην παρούσα έρευνα μελετάται η ποικιλότητα αρθροπόδων ως προς την αφθονία και ως πηγή τροφοληψίας για το Κιρκινέζι.

7.1. Γενική αφθονία αρθροπόδων και αφθονία Κολεοπτέρων

Από αρκετές έρευνες έχει προκύψει το συμπέρασμα ότι η αφθονία των Αρθροπόδων έχει μειωθεί δραματικά εξ' αιτίας της ανορθολογικής εφαρμογής γεωργικών πρακτικών, με άμεση επιρροή σε πολλά απειλούμενα αρπακτικά είδη πουλιών (García *et al.*, 2006). Ειδικότερα, καταγράφονται σημαντικές αλλαγές στην επιλογή ενδιαιτημάτων για αναπαραγωγή, όπως και στην τροφοληπτική συμπεριφορά. Στο σύνολο των ατόμων που συλλέχθηκαν από τις παγίδες παρεμβολής, εντός των τεχνητών λειμώνων, αναγνωρίστηκαν ταχά όπως Αρθρόποδα, Γαστερόποδα και Αράχνες. Πιο συγκεκριμένα, από τα Αρθρόποδα προσδιορίστηκαν 8 τάξεις Εντόμων, όπως Κολεόπτερα, Ορθόπτερα, Δίπτερα, Δερμάπτερα, Υμενόπτερα (Formicidae) και ελάχιστα Λεπιδόπτερα και Δικτυόπτερα. Άλλα Αρθρόποδα που αναγνωρίστηκαν ήταν Διπλόποδα, Χειλόποδα, Ισόποδα και οι Αράχνες. Παρόμοια λίστα αρθροπόδων έχει βρεθεί και σε αντίστοιχες έρευνες (Gardi *et al.*, 2002).

Από τις συλλήψεις Αρθροπόδων στο σύνολο των λειμώνων κυριάρχησε η οικογένεια Formicidae της τάξης των Υμενοπτέρων, ενώ ακολούθησαν άλλα Αρθρόποδα όπως Διπλόποδα, Χειλόποδα και Ισόποδα. Υψηλή θέση καταλαμβάνει και η τάξη των Κολεοπτέρων. Αναλυτικότερα, στο σύνολο των Κολεοπτέρων που καταμετρήθηκαν, τη μεγαλύτερη αφθονία παρουσίασε η οικογένεια Carabidae, γεγονός αναμενόμενο, αφού αποτελούν από τις πιο πολυπληθείς οικογένειες εδαφόβιων Κολεοπτέρων (Larsen *et al.*, 2003). Σημαντικές καταγραφές σε αφθονία σημειώθηκαν και για τις οικογένειες Elateridae, Scarabaeidae και Tenebrionidae.

Όσο αφορά στην αφθονία των Κολεοπτέρων ανά λειμώνα, για τον 1^ο προέκυψε ότι η οικογένεια με τη μεγαλύτερη αφθονία ήταν τα Tenebrionidae, στον 2^ο λειμώνα, κυριάρχησαν τα Carabidae, ενώ στον 3^ο τα Anthicidae. Τέλος, στον 4^ο και 5^ο λειμώνα τις πρώτες θέσεις κατείχαν οι οικογένειες Elateridae και Scarabaeidae, αντίστοιχα. Όλες οι πολυπληθείς οικογένειες Κολεοπτέρων του πειράματος συναντώνται σε μεγάλους αριθμούς στα μεσογειακά οικοσυστήματα (Trihas and Legakis, 1991).

Όπως προαναφέρθηκε, τα Carabidae θεωρούνται από τις πιο πολυπληθείς οικογένειες Κολεοπτέρων στα αγροτικά οικοσυστήματα (Larsen *et al.*, 2003). Η υπερβολική χρήση ζιζανιοκτόνων και εντομοκτόνων έχει επηρεάσει αρνητικά την βιοποικιλότητα των αγροοικοσυστημάτων. Για το λόγο αυτό εδώ και αρκετά χρόνια θεωρείται αναγκαία η εφαρμογή εναλλακτικών λύσεων για τον περιορισμό των

επιζήμιων ζιζανίων και εντόμων (Veromann *et al.*, 2006; Kulkarni *et al.*, 2015). Αρκετά είδη της οικογένειας Carabidae χρησιμοποιούνται ως μία εναλλακτική μέθοδος για τον περιορισμό των ζιζανίων (Kulkarni *et al.*, 2015), καθώς καταναλώνουν τους σπόρους τους (Honek, Martinkova and Jarosik, 2003). Παράλληλα η πλειοψηφία των ειδών της οικογένειας Carabidae είναι θηρευτές και συντελούν στον έλεγχο επιζήμιων εντόμων στις γεωργικές καλλιέργειες (Lövei and Sunderland, 1996; Veromann *et al.*, 2006). Η οικογένεια Tenebrionidae, αποτελείται κυρίως από φυτοφάγα είδη. Εντοπίζεται κυρίως σε ζεστά και ξηρά κλίματα, ενώ προτιμούν να τρέφονται με ξηρή, αποσυντεθείσα βλάστηση (οργανική ουσία) (www.britannica.com). Ακόμα, η οικογένεια Elateridae χαρακτηρίζεται και αυτή από φυτοφάγα είδη, οι νύμφες της είναι συνήθως σαπροφάγες και συναντώνται σε νεκρούς ιστούς, ενώ κάποια είδη μπορεί να αποβούν επιζήμια για τις γεωργικές καλλιέργειες (van Herk and Vernon, 2007). Τα είδη της οικογένειας Anthicidae είναι παμφάγα και καταναλώνουν κυρίως μικρά Αρθρόποδα, μύκητες, γύρη και οτιδήποτε άλλο είναι διαθέσιμο. Κάποια είδη συντελούν στο βιολογικό έλεγχο παρασίτων, αφού τρώνε τα αυγά ή τις προνύμφες αυτών (Telnon, 2010). Η υπεροικογένεια Scarabaeidae αποτελείται από σαπροφάγα είδη και από κάποια άλλα που είναι φυτοφάγα. Πολλές μελέτες έχουν επικεντρωθεί στη συνεισφορά των Scarabaeidae στα αγροοικοσυστήματα και αναφέρουν ότι η αποθήκευση στο έδαφος της νεκρής οργανικής ύλης, που συλλέγουν για να τραφούν, ωφελεί το έδαφος των βοσκοτόπων αυξάνοντας την περιεκτικότητά του σε άζωτο (Brown *et al.*, 2010). Τέλος, παρατηρείται «απόλυτη» σχέση μεταξύ της βλάστησης και της τροφικής ομάδας (φυτοφάγα, σαπροφάγα κ.λ.π.) που ανήκει η κάθε οικογένεια (Skalski and Pośpiech, 2006), εξηγώντας έτσι την ύπαρξη υψηλών αφθονιών στις οικογένειες εντόμων που προαναφέρθηκαν, στην περιοχή μελέτης.

Με σκοπό την εκτίμηση της ποικιλότητας των Κολεοπτέρων στους λειμώνες χρησιμοποιήθηκαν οι δείκτες Shannon και Simpson. Τα στοιχεία που προέκυψαν για τον δείκτη Shannon (τιμές 1,5-3,5), έδειξαν υψηλή ποικιλότητα για το λειμώνα 4 και χαμηλή ποικιλότητα για το λειμώνα 5. Ο δείκτης ποικιλότητας Shannon αυξάνεται όσο αυξάνεται και ο αριθμός των ειδών σε μία βιοκοινότητα και έχει ευαισθησία στη σπανιότητα των ειδών (Magurran, 2004). Σχετικά με το δείκτη ποικιλότητας Simpson (τιμές 0-1) προέκυψε ότι όλοι οι λειμώνες διέθεταν υψηλή ποικιλότητα, με τον λειμώνα 5 να κυριαρχεί και τον λειμώνα 3 να έχει την ελάχιστη τιμή. Ο δείκτης ποικιλότητας Simpson χαρακτηρίζεται για την αξιοπιστία του στην

έκφραση της διακύμανση της αφθονίας των ειδών (Magurran, 2004). Τέλος, από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των λειμώνων.

7.2. Σύγκριση της αφθονίας λείας με την αντίστοιχη διαφόρων τύπων καλλιεργειών

Με σκοπό την καλύτερη εκτίμηση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν σχετικά με την αφθονία λείας στους λειμώνες, έγινε σύγκρισή τους με δεδομένα άλλων τύπων καλλιεργειών. Πιο συγκεκριμένα, η σύγκριση έγινε με καλλιέργειες δημητριακών, βαμβακιού και ψυχανθών, με βάση τα δεδομένα που αντλήθηκαν από το πρόγραμμα LIFE-Φύση «Διατήρηση και διαχείριση του Κιρκινεζιού (*Falco naumanni*) σε τρεις Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) της Ελλάδας», το οποίο συντόνισε το Εργαστήριο Διαχείρισης Οικοσυστημάτων και Βιοποικιλότητας.

Αναλυτικότερα, στα δημητριακά, στο βαμβάκι και στα ψυχανθή κυριαρχούν τα Κολεόπτερα, σε αντίθεση με τους λειμώνες που κυριαρχούν τα Formicidae της τάξης των Υμενοπτέρων. Ωστόσο, και τα Κολεόπτερα καταλαμβάνουν σημαντικό ποσοστό στους λειμώνες. Τα Κολεόπτερα αποτελούν την μεγαλύτερη τάξη στην ομοταξία των Εντόμων, ενώ μπορούν να επιβιώσουν ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των οικογενειών τους τόσο σε μέρη όπου υπάρχει ζωή, όσο και σε ερήμους (Bouchard *et al.*, 2011). Η διαθεσιμότητα τροφής, καταφυγίου και μέτριου μικροκλίματος σχετίζεται στενά με την ποσότητα και τη διάρκεια της κάλυψης των καλλιεργειών. Συνεπώς, τα χαρακτηριστικά της κάθε καλλιέργειας αποτελούν βασικό παράγοντα επιβίωσης και αναπαραγωγής των οικογενειών των Κολεοπτέρων (Booij and Noorlander, 1992). Τα Formicidae προτιμούν να αναζητήσουν την τροφή τους με υγρό, ζεστό καιρό, ενώ με αύξηση της θερμοκρασίας και μείωση της υγρασίας υποχωρούν στη φωλιά τους (Agosti and Alonso, 2000). Έτσι, εξηγείται η υψηλή αφθονία στο σύνολο των λειμώνων.

Υψηλή αφθονία στα δημητριακά και ιδιαίτερα στο βαμβάκι παρουσιάζουν οι Αράχνες, σε αντίθεση με τα ψυχανθή. Αντίστοιχα, στους λειμώνες η τάξη των Αραχνών παρουσιάζει και αυτή υψηλό ποσοστό αφθονίας. Οι αράχνες μπορεί να έχουν εύρος ανθεκτικότητας στη θερμοκρασία και στην υγρασία (Bell *et al.*, 2001), ενώ διαφέρει και ο τύπος βλάστησης που προτιμούν. Από το πείραμά μας προέκυψε ότι προτιμούν την υγρασία και τη χαμηλή προς μέτρια βλάστηση.

Ακόμη, από τα αποτελέσματα της έρευνας προέκυψε ότι οι λειμώνες παρουσιάζουν υψηλή αφθονία σε Χειλόποδα, Διπλόποδα και Ισόποδα. Στον αντίποδα, η παρουσία των Χειλόποδων και των Διπλόποδων στις καλλιέργειες δημητριακών, βαμβακιού και ψυχανθών είναι ελάχιστη ως μηδενική. Ωστόσο, εξαίρεση αποτελεί η αφθονία των Ισόποδων στο βαμβάκι και στα ψυχανθή που εκτιμήθηκε μέτρια έως υψηλή. Πιο συγκεκριμένα, τα Χειλόποδα, τα Διπλόποδα και τα Ισόποδα προτιμούν το υγρό περιβάλλον, συνήθως τρέφονται με νεκρή οργανική ύλη και εντοπίζονται στο χώμα ή κάτω από πέτρες (www.bugguide.com). Το περιβάλλον που θεωρείται πιο αντιπροσωπευτικό για τα Διπλόποδα, είναι το εύκρατο (ιδιαίτερα φυλλοβόλο), υποτροπικό ή τροπικό (ιδιαίτερα υγρό). Ωστόσο, υπάρχει περίπτωση να εντοπιστούν είδη Διπλοπόδων σε μεγάλα υψόμετρα, σε λιβάδια, σε σπηλιές, όπως και στην έρημο (Golovatch and Kime, 2009). Παρόμοια ενδιαίτηματα προτιμούν και τα Χειλόποδα (Edgecombe and Giribet, 2007). Αυτές οι οικολογικές αποκλίσεις μεταξύ των Διπλοπόδων οφείλονται στα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά και πως αυτά προσαρμόζονται στα εκάστοτε περιβάλλοντα (Golovatch and Kime, 2009). Σχετικά με τα Ισόποδα προτιμούν τα δροσερά, με αρκετή υγρασία περιβάλλοντα. Τα Ισόποδα παίζουν σημαντικό ρόλο στις διεργασίες αποσύνθεσης, επειδή καταναλώνοντας οργανικά υλικά, όπως αποσυντιθέμενο ξύλο και μύκητες, συμβάλλουν στη γονιμότητα του εδάφους (Zimmer, 2002). Έτσι, εξηγείται η παρουσία των Ισόποδων στους λειμώνες (όχι κατεργασία εδάφους), στα ψυχανθή και στο βαμβάκι (αρδευόμενη καλλιέργεια), σε αντίθεση με τα δημητριακά που καλλιεργούνται κυρίως ως ξηρικά και δεν έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις σε άρδευση (www.faunaofgreece.weebly.com).

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι λειμώνες της παρούσας έρευνας παρουσιάζουν σχεδόν έλλειψη Ορθόπτερων, ενώ το βαμβάκι και τα ψυχανθή ιδιαίτερα χαμηλή αφθονία. Αντίθετα, τα δημητριακά παρουσιάζουν υψηλή αφθονία σε Ορθόπτερα. Η απουσία των Ορθόπτερων από λειμώνες, βαμβάκι και ψυχανθή είναι αναμενόμενη και αποδίδεται στην ελλιπή ή μηδαμινή φυτοκάλυψη κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος. Έτσι, τέτοιου είδους αγροοικοσυστήματα με βλάστηση σε παρόμοια φάση ανάπτυξης, δεν δύνανται να φιλοξενήσουν φυτοφάγα έντομα, όπως είναι τα Ορθόπτερα (Μακρή, 2015).

7.3. Συχνότητα χρήσης των λειμώνων από το Κιρκινέζι και σύγκριση με γειτονικά ενδιαιτήματα

Γενικότερα, οι λειμώνες αποτελούν μια χρήση γης, της οποίας η βιομάζα προορίζεται για βοσκή από αγροτικά ζώα, ενώ η εντομοπανίδα τους αποτελεί τροφοληπτική πηγή για αρπακτικά είδη πουλιών (Βραχνάκης, 2015). Εδώ και αρκετές δεκαετίες γίνονται προσπάθειες εκμετάλλευσης της μη καλλιεργήσιμης γης, μετατρέποντας την σε λιβαδικές εκτάσεις. Ειδικότερα, οι Παπαναστάσης και Γιαννακόπουλος (1980) προτείνουν την εγκατάσταση λειμώνων σε ορεινές και ημι-ορεινές περιοχές, προκειμένου να αξιοποιηθούν οι εγκαταλελειμμένοι αγροί αυτών των ζωνών.

Η ποικιλότητα των Αρθροπόδων σε ένα αγροοικοσύστημα μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με τον τύπο και την ποικιλότητα της βλάστησης και τον τρόπο που εκείνη κατανέμεται στο χώρο. Από πρόσφατη έρευνα των Ebeling *et al.* (2018) προέκυψε ότι ο υψηλότερος πλούτος φυτικών ειδών υποστηρίζει πολυπλοκότερες και πιο ποικιλόμορφες κοινότητες Αρθροπόδων. Ακόμη, ένας παράγοντας που μπορεί να μεταβάλλει τη βιοποικιλότητα των Αρθροπόδων σε ένα αγροοικοσύστημα είναι η παραγωγικότητα των φυτικών ειδών. Ο Siemann (1998) διαπίστωσε ότι τα Αρθρόποδα λιβαδικών εκτάσεων, σε ό, τι αφορά στην ποικιλότητα και τη σύνθεσή τους, αντέδρασαν σε διαφορετικούς χειρισμούς της παραγωγικότητας των φυτών, που περιλάμβαναν λίπανση σε ο διαφορετικές χρονικές κλίμακες. Από το πείραμα προέκυψε ότι η συνολική αφθονία και ο πλούτος των ειδών, παρουσιάστηκαν σημαντικά υψηλότερα, στα σημεία που εφαρμόστηκε η λίπανση και συνεπώς είχαν υψηλότερη φυτική παραγωγικότητα (Botha *et al.*, 2015)

Στο παρόν πείραμα εξετάστηκε, εκτός των άλλων, αν το Κιρκινέζι επιλέγει να κυνηγήσει τη λεία του στους τεχνητούς λειμώνες. Όπως προαναφέρθηκε στην ανασκόπηση βιβλιογραφίας για τη διατροφή του Κιρκινεζιού, αυτό προτιμάει σε μεγάλο βαθμό να τρέφεται με μεγάλα Ορθόπτερα, Κολεόπτερα και μικροθλαστικά. Από τις παρατηρήσεις πεδίου στο σύνολο των λειμώνων προέκυψε ότι το Κιρκινέζι προτιμάει να αναζητάει τη λεία του στους λειμώνες, σε σχέση με γειτονικά ενδιαιτήματα. Τα χέρσα ενδιαιτήματα αποτέλεσαν τη δεύτερη κατά σειρά προτίμησης χρήση γης για αναζήτηση λείας, ενώ με ελάχιστη διαφορά ακολούθησαν οι καλλιέργειες δημητριακών.

Αναλυτικότερα, από τις παρατηρήσεις πεδίου ανά λειμόνα προέκυψε ότι στην περιοχή Άγιος Γεώργιος κυριάρχησαν οι καλλιέργειες των δημητριακών, ενώ

τέταρτη επιλογή για τροφοληψία αποτέλεσε ο τεχνητός λειμώνας. Στην περιοχή Μικρό Περιβολάκι κυριάρχησαν στην προτίμησή του τα δημητριακά, ενώ τρίτη επιλογή ήταν ξανά ο τεχνητός λειμώνας. Όσο αφορά στην περιοχή του Βελεσίνου, οι τρεις τεχνητοί λειμώνες συνυπολογίστηκαν επειδή υπήρχαν επικαλύψεις λόγω κοντινών αποστάσεων. Ωστόσο, σ' αυτή την περιοχή πρώτη επιλογή αποτελούν οι λειμώνες με μεγάλη απόκλιση από τη δεύτερη προτίμηση που είναι τα ψυχανθή. Η επιλογή των λιβαδιών ως ενδιαίτημα τροφοληψίας μπορεί να οφείλεται όχι μόνο στην αφθονία της λείας, αλλά και στην προσβασιμότητα τους από τα Κιρκινέζια (Franco *et al.*, 2004a).

Αξίζει να αναφερθεί ότι το Κιρκινέζι επιλέγει για την τροφή του ενδαιτήματα ζεστά με αραιή βλάστηση και χωρίς πολλά δέντρα. Οι Franco *et al.* (2004) αναφέρουν ότι τα ενδαιτήματα που προτιμούν τα Κιρκινέζια είναι τα λιβάδια και οι καλλιέργειες δημητριακών. Τα αρπακτικά πτηνά συνήθως επιλέγουν ενδαιτήματα ανάλογα με τη διαθεσιμότητα της λείας και την προσβασιμότητα σ' αυτή.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η διαθεσιμότητα τροφής αποτελεί ίσως τον σημαντικότερο παράγοντα ελέγχου κάθε πληθυσμού πουλιών, ενώ η διατροφή ενός σπάνιου είδους, όπως το Κιρκινέζι αποτελεί παράγοντα επιβίωσης. Απαραίτητη προϋπόθεση για την αναπαραγωγική επιτυχία, τη διατήρηση και την προστασία του είδους, αποτελεί η γνώση για την αφθονία και τη διαθεσιμότητα λείας στα ενδιαίτηματα γύρω από τις αποικίες. Έχοντας γνώση των παραπάνω στοιχείων, μπορεί να γίνει κατάλληλη διαχείριση των αγρο-οικοσυστημάτων, με σκοπό την αποφυγή ενδεχόμενων προβλημάτων που μπορεί να προκύψουν κατά τη διάρκεια αναζήτησης τροφής από το είδος (Franco *et al.*, 2004b). Σκοπός του πειράματος που διεξήχθη ήταν η εκτίμηση της βιοποικιλότητας των τεχνητών λειμώνων στην περιοχή του Βελεστίνου και η χρήση τους από το Κιρκινέζι ως ενδιαίτηματα τροφοληψίας.

Τα αποτελέσματα της μελέτης αφθονίας της εδαφοπανίδας (χρήση pitfall traps) σε τεχνητούς λειμώνες, όπου χρησιμοποιήθηκε εμπορικό μίγμα σπόρων, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι σε ευρύτερο πλαίσιο η διατροφή του Κιρκινεζιού επικεντρώνεται σε αυτού του είδους το ενδιαίτημα. Αντίθετα, υπάρχει έλλειψη Ορθόπτερων που εν μέρει εξηγείται από τη μειωμένη φυτοκάλυψη των λειμώνων. Ωστόσο, ο συγκεκριμένος τύπος εδαφοκάλυψης (χαμηλή πυκνότητα και ύψος), αποτελεί πλεονέκτημα στην εύρεση λείας, αφού έτσι η εδαφόβια πανίδα είναι εκτεθειμένη στο θηρευτή. Από τα αποτελέσματα προκύπτει αφθονία της οικογένειας Formicidae της τάξης των Υμενοπτέρων, αλλά και εδαφόβιων Κολεοπτέρων.

Έχοντας στόχο τη διατήρηση και την αύξηση του πληθυσμού του Κιρκινεζιού, οι τεχνητοί λειμώνες φαίνεται σε γενικές γραμμές να μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στις ανάγκες διατροφής για το είδος στο σύνολο των λειμώνων και ειδικότερα στους τρεις λειμώνες της περιοχής του Βελεστίνου. Οι λειμώνες των άλλων δύο περιοχών, Μικρό Περιβολάκι και Άγιος Γεώργιος, έχουν χαμηλή συνεισφορά στην κάλυψη των διατροφικών αναγκών, ωστόσο αποτελούν μέρος των χρήσεων γης της περιοχής έρευνας. Στις δύο αυτές περιοχές προτιμώνται για τροφοληψία οι καλλιέργειες δημητριακών, λόγω της υψηλότερης αφθονίας λείας που παρουσιάζουν.

Συμπερασματικά, με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας θα μπορούσε να προταθεί οι ακαλλιέργητες εκτάσεις γης να μετατραπούν σε τεχνητούς λειμώνες επειδή φάνηκε να επηρεάζουν θετικά τη διατήρηση της ποικιλότητας της εδαφόβιας

πανίδας, αλλά και του Κιρκινεζιού αφού μπορούν να ανταποκριθούν και να συμβάλλουν στην κάλυψη της διατροφής του.

Εν κατακλείδι, η καλύτερη μέθοδος για να επιτευχθεί η προστασία του Κιρκινεζιού, είναι η διατήρηση της ετερογένειας του αγροτικού τοπίου, όπου θα συνυπάρχουν διαφορετικοί τύποι καλλιεργειών, λειμώνες και ακαλλιέργητες εκτάσεις γύρω από τις θέσεις αναπαραγωγής του είδους. Με αυτόν τον τρόπο ευνοείται η αύξηση της αφθονίας και του πλούτου της εδαφόβιας πανίδας, η οποία με τη σειρά της αποτελεί λεία για το Κιρκινέζι και εξασφαλίζει την επιβίωση του.

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Agosti, D. and Alonso, L. E. (2000) 'Ants - Standard Methods for Biodiversity Studies, Monitoring and Ants: An Overview', *Ants Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*.
- Alcaide, M. *et al.* (2005) 'Extra-pair paternity in the Lesser Kestrel *Falco naumanni*: A re-evaluation using microsatellite markers', *Ibis*, 147(3), pp. 608–611. doi: 10.1111/j.1474-919x.2005.00429.x.
- Altieri, M. A. (1999) 'The ecological role of biodiversity in agroecosystems', *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74(1–3), pp. 19–31. doi: 10.1016/S0167-8809(99)00028-6.
- Antle, J. M. *et al.* (2001) 'Research needs for understanding and predicting the behavior of managed ecosystems: Lessons from the study of agroecosystems', in *Ecosystems*, pp. 723–735. doi: 10.1007/s10021-001-0041-0.
- Aparicio, J. M. (1997) 'Costs and benefits of surplus offspring in the lesser kestrel (*Falco naumanni*)', *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 41(2), pp. 129–137. doi: 10.1007/s002650050372.
- Aparicio, J. M. and Bonal, R. (2002) 'Effects of food supplementation and habitat selection on timing of Lesser Kestrel breeding', *Ecology*, 83(3), pp. 873–877. doi: 10.1890/0012-9658(2002)083[0873:EOFSAH]2.0.CO;2.
- Aparicio, J. M., Bonal, R. and Munoz, A. (2007) 'Experimental test on public information use in the colonial Lesser Kestrel', *Evolutionary Ecology*, 21(6), pp. 783–800. doi: 10.1007/s10682-006-9151-7.
- Bell, J. R., Philip Wheeler, C. and Rod Cullen, W. (2001) 'The implications of grassland and heathland management for the conservation of spider communities: A review', *Journal of Zoology*. doi: 10.1017/S0952836901001479.
- Biaggini, M. *et al.* (2007) 'The taxonomic level order as a possible tool for rapid assessment of Arthropod diversity in agricultural landscapes', *Agriculture, Ecosystems and Environment*. doi: 10.1016/j.agee.2006.12.032.
- Bonal, R. and Aparicio, J. M. (2008) 'Evidence of prey depletion around lesser kestrel *Falco naumanni* colonies and its short term negative consequences', *Journal of Avian Biology*, 39(2), pp. 189–197. doi: 10.1111/j.2008.0908-8857.04125.x.
- Booij, C. J. H. and Noorlander, J. (1992) 'Farming systems and insect

predators', *Agriculture, Ecosystems and Environment*. doi: 10.1016/0167-8809(92)90088-S.

- Botha, M. *et al.* (2015) 'Plant and arthropod diversity patterns of maize agro-ecosystems in two grassy biomes of South Africa', *Biodiversity and Conservation*. doi: 10.1007/s10531-015-0901-0.
- Bouchard, P. *et al.* (2011) 'Family-group names in Coleoptera (Insecta)', *ZooKeys*. doi: 10.3897/zookeys.88.807.
- Brown, J. *et al.* (2010) 'Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) can improve soil hydrological properties', *Applied Soil Ecology*. doi: 10.1016/j.apsoil.2010.05.010.
- Bustamante, J. (1997) 'Predictive models for lesser kestrel *Falco naumanni* distribution, abundance and extinction in southern Spain', *Biological Conservation*, 80(2), pp. 153–160. doi: 10.1016/S0006-3207(96)00136-X.
- Bustamante, J., Josfg, J. and @bullet, N. (1994) 'The post-fledging dependence period of the Lesser Kestrel (*Falco naumanni*) in southwestern Spain', *J Raptor Res*, 28(3), pp. 158–16.
- Calabuig, G. *et al.* (2010) 'Colony foundation in the lesser kestrel: Patterns and consequences of the occupation of empty habitat patches', *Animal Behaviour*, 80(6), pp. 975–982. doi: 10.1016/j.anbehav.2010.08.016.
- Catry, I. *et al.* (2011) 'Individual variation in migratory movements and winter behaviour of Iberian Lesser Kestrels *Falco naumanni* revealed by geolocators', *Ibis*, 153(1), pp. 154–164. doi: 10.1111/j.1474-919X.2010.01073.x.
- Catry, I. *et al.* (2012) 'Influence of spatial and temporal dynamics of agricultural practices on the lesser kestrel', *Journal of Applied Ecology*, 49(1), pp. 99–108. doi: 10.1111/j.1365-2664.2011.02071.x.
- Catry, I., Franco, A. M. A. and Moreira, F. (2014) 'Easy but ephemeral food: Exploring the trade-offs of agricultural practices in the foraging decisions of Lesser Kestrels on farmland', *Bird Study*, 61(4), pp. 447–456. doi: 10.1080/00063657.2014.953031.
- Catry, I., Franco, A. M. a and Sutherland, W. J. (2012) 'Landscape and weather determinants of prey availability: implicaitons for the Lesser Kestrel *Falco naumanni*', *Ibis*, 154, pp. 111–123. doi: 10.1111/j.1474-919X.2011.01210.x.
- Chamoglou, M., Papadimitriou, T. and Kagalou, I. (2014) 'Key-Descriptors for the Functioning of a Mediterranean Reservoir: The Case of the New Lake Karla-

Greece', in *Environmental Processes*, pp. 127–135. doi: 10.1007/s40710-014-0011-0.

- Chapman, L. and Thornes, J. E. (2003) 'The use of geographical information systems in climatology and meteorology', *Progress in Physical Geography*. doi: 10.1191/030913303767888464.
- Cheli, G. H. and Corley, J. C. (2010) 'Efficient sampling of ground-dwelling arthropods using pitfall traps in arid steppes', *Neotropical Entomology*, 39(6), pp. 912–917. doi: 10.1590/S1519-566X2010000600010.
- Church, R. L. (2002) 'Geographical information systems and location science', *Computers and Operations Research*. doi: 10.1016/S0305-0548(99)00104-5.
- Conway, G. R. (1987) 'The properties of agroecosystems', *Agricultural Systems*, 24(2), pp. 95–117. doi: 10.1016/0308-521X(87)90056-4.
- Donald, P. F. *et al.* (2002) 'The common agricultural policy, EU enlargement and the conservation of Europe's farmland birds', *Agriculture, Ecosystems and Environment*. doi: 10.1016/S0167-8809(01)00244-4.
- Donazar, J. A. *et al.* (1993) 'Foraging habitat selection, land-use changes and population decline in the lesser kestrel *Falco naumanni*', *Journal of Applied Ecology*, 30, pp. 515–522. doi: 10.2307/2404191.
- Donazar, J. A., Negro, J. J. and Hiraldo, F. (1992) 'Functional analysis of mate-feeding in the Lesser Kestrel *Falco naumanni*', *Ornis Scandinavica*, pp. 190–194. doi: 10.2307/3676448.
- Ebeling, A. *et al.* (2018) 'Plant diversity effects on arthropods and arthropod-dependent ecosystem functions in a biodiversity experiment', *Basic and Applied Ecology*. doi: 10.1016/j.baae.2017.09.014.
- Edgecombe, G. D. and Giribet, G. (2007) 'Evolutionary Biology of Centipedes (Myriapoda: Chilopoda)', *Annual Review of Entomology*. doi: 10.1146/annurev.ento.52.110405.091326.
- Eglen, S. J. (2009) 'A quick guide to teaching R programming to computational biology students', *PLoS Computational Biology*. doi: 10.1371/journal.pcbi.1000482.
- Fernández, J. G. (2000) 'Dispersión Premigratoria Del Cernicalo Primilla *Falco Naumanni* En España', *Ardeola*, 47(2), pp. 197–202.
- Foley, J. a *et al.* (2005) 'Global consequences of land use.', *Science (New*

York, N.Y.), 309(5734), pp. 570–4. doi: 10.1126/science.1111772.

- Franco, A. M. A. *et al.* (2004a) 'Do different habitat preference survey methods produce the same conservation recommendations for lesser kestrels?', *Animal Conservation*, 7(3), pp. 291–300. doi: 10.1017/S1367943004001465.
- Franco, A. M. A. *et al.* (2004b) 'Do different habitat preference survey methods produce the same conservation recommendations for lesser kestrels?', *Animal Conservation*. doi: 10.1017/S1367943004001465.
- Franco, A. M. A., Marques, J. T. and Sutherland, W. J. (2005) 'Is nest-site availability limiting Lesser Kestrel populations? A multiple scale approach', *Ibis*, 147(4), pp. 657–666. doi: 10.1111/j.1474-919x.2005.00437.x.
- de Frutos, Á. *et al.* (2010) 'The role of fallow in habitat use by the Lesser Kestrel during the post-fledging period: Inferring potential conservation implications from the abolition of obligatory set-aside', *European Journal of Wildlife Research*, 56(4), pp. 503–511. doi: 10.1007/s10344-009-0338-4.
- De Frutos, Á. and Olea, P. P. (2008) 'Importance of the premigratory areas for the conservation of lesser kestrel: Space use and habitat selection during the post-fledging period', *Animal Conservation*, 11(3), pp. 224–233. doi: 10.1111/j.1469-1795.2008.00173.x.
- Garbach, K. *et al.* (2014) 'Biodiversity and Ecosystem Services in Agroecosystems', in *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*, pp. 21–40. doi: 10.1016/B978-0-444-52512-3.00013-9.
- García, J. T. *et al.* (2006) 'Foraging activity and use of space by Lesser Kestrel *Falco naumanni* in relation to agrarian management in central Spain', *Bird Conservation International*, 16(1), pp. 83–95. doi: 10.1017/S0959270906000013.
- Gardi, C. *et al.* (2002) 'Soil quality indicators and biodiversity in northern Italian permanent grasslands', *European Journal of Soil Biology*. doi: 10.1016/S1164-5563(01)01111-6.
- Gardiner, T., Hill, J. and Chesmore, D. (2005) 'Review of the methods frequently used to estimate the abundance of orthoptera in grassland ecosystems', *Journal of Insect Conservation*, pp. 151–173. doi: 10.1007/s10841-005-2854-1.
- Golovatch, S. I. and Kime, R. D. (2009) 'Millipede (Diplopoda) distributions : A review', *Soil Organisms*.
- Greenslade*, P. and Greenslade, P. J. M. (1971) 'The use of baits and preservatives in pitfall traps', *Australian Journal of Entomology*, 10(4), pp. 253–260.

doi: 10.1111/j.1440-6055.1971.tb00037.x.

- van Herk, W. G. and Vernon, R. S. (2007) 'Soil bioassay for studying behavioral responses of wireworms (Coleoptera: Elateridae) to insecticide-treated wheat seed', *Environ Entomol.* doi: 10.1603/0046-225X(2007)36[1441:SBFSBR]2.0.CO;2.
- Honek, A., Martinkova, Z. and Jarosik, V. (2003) 'Ground beetles (Carabidae) as seed predators', *European Journal of Entomology.* doi: 10.14411/eje.2003.081.
- Iñigo, A. and Barov, B. (2010) 'Species Action Plan for the Lesser kestrel (*Falco naumanni*) in the European Union', *SEO BirdLife International for the European Commission*, p. 55.
- Jongepierová, I., Mitchley, J. and Tzanopoulos, J. (2007) 'A field experiment to recreate species rich hay meadows using regional seed mixtures', *Biological Conservation*, 139(3–4), pp. 297–305. doi: 10.1016/j.biocon.2007.07.026.
- Kiehl, K. *et al.* (2010) 'Species introduction in restoration projects - Evaluation of different techniques for the establishment of semi-natural grasslands in Central and Northwestern Europe', *Basic and Applied Ecology*, pp. 285–299. doi: 10.1016/j.baae.2009.12.004.
- Kopij, G. (2002) 'Food of the lesser kestrel (*Falco naumanni*) in its winter quarters in South Africa', *Journal of Raptor Research*, 36(2), pp. 148–152.
- Kulkarni, S. S., Dossall, L. M. and Willenborg, C. J. (2015) 'The Role of Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) in Weed Seed Consumption: A Review', *Weed Science.* doi: 10.1614/WS-D-14-00067.1.
- Larsen, K. J., Work, T. T. and Purrington, F. F. (2003) 'Habitat use patterns by ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of northeastern Iowa', *Pedobiologia.* doi: 10.1078/0031-4056-00192.
- Laub, C. *et al.* (2009) 'Using Pitfall Traps To Monitor Insect Activity', *Virginia Cooperative Extension*, (444–416), pp. 1–4. Available at: https://pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/444/444-416/444-416_pdf.pdf.
- Lencová, K. and Prach, K. (2011) 'Restoration of hay meadows on ex-arable land: Commercial seed mixtures vs. spontaneous succession', *Grass and Forage Science*, 66(2), pp. 265–271. doi: 10.1111/j.1365-2494.2011.00786.x.
- Lövei, G. L. and Sunderland, K. D. (1996) 'Ecology and behavior of ground beetles', *Annual Review of Entomology.* doi:

10.1146/annurev.en.41.010196.001311.

- Magurran, A. E. (2004) *Measuring of Biological Diversity*, Blackwell science. doi: 10.2989/16085910409503825.
- Marrs, R. H. (1993) 'Soil Fertility and Nature Conservation in Europe: Theoretical Considerations and Practical Management Solutions', *Advances in Ecological Research*, 24(C), pp. 241–300. doi: 10.1016/S0065-2504(08)60044-6.
- Martin, T. G. *et al.* (2005) 'Zero tolerance ecology: Improving ecological inference by modelling the source of zero observations', *Ecology Letters*. doi: 10.1111/j.1461-0248.2005.00826.x.
- Negro, J. J. *et al.* (1996) 'DNA fingerprinting reveals a low incidence of extra-pair fertilizations in the lesser kestrel', *Animal Behaviour*, 51(4), pp. 935–943. doi: 10.1006/anbe.1996.0097.
- Negro, J. J. (1997) 'Falco naumanni lesser kestrel', *BWP Update*, 1(1).
- Negro, J. J., Donázar, J. A. and Hiraldo, F. (1992) 'Copulatory behaviour in a colony of lesser kestrels: sperm competition and mixed reproductive strategies', *Animal Behaviour*, 43(6), pp. 921–930. doi: 10.1016/S0003-3472(06)80005-9.
- Olea, P. P. (2001) 'Postfledging dispersal in the endangered lesser kestrel falco naumanni', *Bird Study*, 48(1), pp. 110–115. doi: 10.1080/00063650109461208.
- Ortego, J. *et al.* (2007) 'Malathion applied at standard rates reduces fledgling condition and adult male survival in a wild lesser kestrel population', *Animal Conservation*, 10(3), pp. 312–319. doi: 10.1111/j.1469-1795.2007.00114.x.
- Parr, S. *et al.* (1995) 'A baseline survey of lesser kestrels Falco naumanni in central Turkey', *Biological Conservation*, 72(1), pp. 45–53. doi: 10.1016/0006-3207(94)00062-U.
- Peng, R. D. (2015) 'R Programming for Data Science', *The R Project; R Foundation*. doi: 10.1073/pnas.0703993104.
- Pérez-Granados, C. (2010) 'Diet of adult lesser kestrels falco naumanni during the breeding season in central Spain', *Ardeola*, 57(2), pp. 443–448.
- Pimbert, M. (1999) 'Sustaining the Multiple Functions of Agricultural Biodiversity', *lied*, (Gatekeeper Series no. 88), p. 28.
- Prach, K. *et al.* (2014) 'Restoration of grasslands on ex-arable land using regional and commercial seed mixtures and spontaneous succession: Successional trajectories and changes in species richness', *Agriculture, Ecosystems and*

Environment, 182, pp. 131–136. doi: 10.1016/j.agee.2013.06.003.

- Prach, K., Jongepierová, I. and Řehounková, K. (2013) 'Large-Scale Restoration of Dry Grasslands on Ex-Arable Land Using a Regional Seed Mixture: Establishment of Target Species', *Restoration Ecology*, 21(1), pp. 33–39. doi: 10.1111/j.1526-100X.2012.00872.x.
- Rodríguez, A. *et al.* (2013) 'Establishing a Lesser Kestrel Colony in an Urban Environment for Research Purposes', *Journal of Raptor Research*, 47(2), pp. 214–218. doi: 10.3356/JRR-12-56.1.
- Rodríguez, C. *et al.* (2010) 'Temporal Changes in Lesser Kestrel (*Falco naumanni*) Diet During the Breeding Season in Southern Spain', *Journal of Raptor Research*, 44(2), pp. 120–128. doi: 10.3356/JRR-09-34.1.
- Rodríguez, C. and Bustamante, J. (2003) 'The effect of weather on lesser kestrel breeding success: Can climate change explain historical population declines?', *Journal of Animal Ecology*, 72(5), pp. 793–810. doi: 10.1046/j.1365-2656.2003.00757.x.
- Rodríguez, C. and Bustamante, J. (2008) 'Patterns of Orthoptera abundance and lesser kestrel conservation in arable landscapes', *Biodiversity and Conservation*, 17(7), pp. 1753–1764. doi: 10.1007/s10531-008-9381-9.
- Schmidt, M. H. *et al.* (2006) 'Capture efficiency and preservation attributes of different fluids in pitfall traps', *Journal of Arachnology*, 34(1), pp. 159–162. doi: 10.1636/T04-95.1.
- Serrano, D. *et al.* (2003) 'Social and individual features affecting natal dispersal in the colonial Lesser Kestrel', *Ecology*, 84(11), pp. 3044–3054. doi: 10.1890/02-0231.
- Siemann, E. (1998) 'Experimental tests of effects of plant productivity and diversity on grassland arthropod diversity', *Ecology*. doi: 10.1890/0012-9658(1998)079[2057:ETOEOP]2.0.CO;2.
- Skalski, T. and Pošpiech, N. (2006) 'Beetles community structures under different reclamation practices', *European Journal of Soil Biology*. doi: 10.1016/j.ejsobi.2006.07.026.
- Skvarla, M. J., Larson, J. L. and Dowling, A. P. G. (2014) 'Pitfalls and Preservatives: A Review', *J. ent. Soc. Ont.*, 145, pp. 15–43.
- Tella, J. L. *et al.* (1998) 'Conflicts between Lesser Kestrel conservation and European agricultural policies as identified by habitat use analyses', *Conservation*

Biology, 12(3), pp. 593–604. doi: 10.1046/j.1523-1739.1998.96288.x.

- Tella, J. L. and Forero, M. G. (2000) 'Farmland habitat selection of wintering lesser kestrels in a Spanish pseudosteppe: Implications for conservation strategies', *Biodiversity and Conservation*, 9(3), pp. 433–441. doi: 10.1023/A:1008943116150.
- Telnov, D. (2010) 'Ant-Like Flower Beetles (Coleoptera: Anthicidae) of the UK, Ireland and Channel Isles', *British Journal of Entomology and Natural History*.
- Topping, C. J. and Sunderland, K. D. (1992) 'Limitations to the Use of Pitfall Traps in Ecological Studies Exemplified by a Study of Spiders in a Field of Winter Wheat', *The Journal of Applied Ecology*, 29(2), p. 485. doi: 10.2307/2404516.
- Török, P. *et al.* (2011) 'Grassland restoration on former croplands in Europe: An assessment of applicability of techniques and costs', *Biodiversity and Conservation*, pp. 2311–2332. doi: 10.1007/s10531-011-9992-4.
- Trihas, A. and Legakis, A. (1991) 'Phenology and Patterns of Activity of Ground Coleoptera in An Insular Mediterranean Ecosystem (Cyclades, Greece)', *Pedobiologia*.
- Ursúa, E., Serrano, D. and Tella, J. L. (2005) 'Does land irrigation actually reduce foraging habitat for breeding lesser kestrels? The role of crop types', *Biological Conservation*, 122(4), pp. 643–648. doi: 10.1016/j.biocon.2004.10.002.
- Vandermeer, J. *et al.* (1998) 'Global change and multi-species agroecosystems: Concepts and issues', *Agriculture, Ecosystems and Environment*, pp. 1–22. doi: 10.1016/S0167-8809(97)00150-3.
- Vergara, P., Fargallo, J. A. and Martínez-Padilla, J. (2010) 'Reaching independence: Food supply, parent quality, and offspring phenotypic characters in kestrels', *Behavioral Ecology*, 21(3), pp. 507–512. doi: 10.1093/beheco/arq011.
- Veromann, E. *et al.* (2006) 'Insect pests and their natural enemies on spring oilseed rape in Estonia: Impact of cropping systems', *Agricultural and Food Science*. doi: 10.2137/145960606777245579.
- Ward, P. and Zahavi, A. (1973) 'The importance of certain assemblages of birds as "information centres" for food-finding', *Ibis*, 115(4), pp. 517–534. doi: 10.1111/j.1474-919X.1973.tb01990.x.
- Weeks, R. D. and McIntyre, N. E. (1997) 'A comparison of live versus kill pitfall trapping techniques using various killing agents', *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 82(3), pp. 267–273. doi: 10.1023/A:1002964726849.
- Woodcock, B. A. (2005) 'Pitfall Trapping in Ecological Studies', in *Insect*

Sampling in Forest Ecosystems, pp. 37–57. doi: 10.1002/9780470750513.ch3.

- Zalidis, G. C. *et al.* (2004) 'Re-establishing a sustainable wetland at former Lake Karla, Greece, using Ramsar restoration guidelines', *Environmental Management*, 34(6), pp. 875–886. doi: 10.1007/s00267-004-0022-0.
- Zimmer, M. (2002) 'Nutrition in terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea): An evolutionary-ecological approach', *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*. doi: 10.1017/S1464793102005912.

Ελληνική βιβλιογραφία

- Βαϊτσης Θ.Α. (1987) *Βοσκές · Λειμώνες. Τεύχος Α!* Υπουργείο Γεωργίας, Ινστιτούτο Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών, Λάρισα.
- Βλαχόπουλος, Κ. και συν., 2014. Κατανομή του πληθυσμού και εκτίμηση των περιοχών τροφοληψίας του Κιρκινεζιού (*Falco naumanni*) στον Θεσσαλικό κάμπο. Μυτιλήνη: Ελληνική Οικολογική Εταιρία.
- Βραχνάκης, Μ. 2015. Λιβαδικοί τύποι οικοτόπων. [Κεφάλαιο Συγγράμματος]. Στο Βραχνάκης, Μ. 2015. *Λιβαδοπονία*
- Μακρή, Μ. 2015. «Εκτίμηση της αφθονίας τροφής για το Κιρκινέζι (*Falco naumanni*) σε καλλιέργειες βαμβακιού, καλαμποκιού και χέρσα της Θεσσαλίας και ανάλυση των τροφικών του προτιμήσεων». Μεταπτυχιακή διατριβή. Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Παπαναστάσης, Β.Π. και Β. Νοϊτσάκης. 1992. Λιβαδική Οικολογία. Θεσσαλονίκη.
- Παπαναστάσης Β.Π. και Πανακόπουλος Α. (1980) *Μελέτη λιβαδοκτηνοτροφικής αναπτύξεως περιοχής Αγράφων Ευρυτανίας*. Θεσσαλονίκη
- Παπαναστάσης Β.Π. (1976) Τα σπουδαιότερα πολυετή λειμώνια φυτά και η καλλιέργειά τους. Θεσσαλονίκη.
- Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2011. Επιχειρησιακό Σχέδιο "Καλάθι Θεσσαλικών Προϊόντων", s.l.: s.n.
- Στάης, Σ. και Μ. Πυροβέτση. 2006. Συγκριτικά στοιχεία για τη σύνθεση της Ορνιθοπανίδας σε λιβάδια των περιοχών ειδικής προστασίας (SPAs) Μενοικίου

όρους και Χολομώντα. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία. Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου, Ηράκλειο Κρήτης, 1-3 Νοεμβρίου 2006, σελ. 285-293

- Χανδρινού Γ. και Δημητρόπουλου Α., *Αρπακτικά Πουλιά της Ελλάδας*, εκδόσεις Ευσταθιάδη, Αθήνα, 1982.
- Χανδρινός Γ. και Καστρίτης Θ. (2009) Πουλιά Στο: Λεγάκις, Α. και Π. Μαραγκού (επιμ.) Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας. Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, Αθήνα.

Ιστοσελίδες

- <http://www.birdlife.org/>
- https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/1192/1/02_chapter_01.pdf
- http://www.lifelesserkestrel.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=92&Itemid=519&lang=el
- http://www.lifelesserkestrel.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=86&Itemid=486&lang=el
- <https://www.wwf.gr/images/pdfs/birds.pdf> σελ. 92-93, pdf [Το κόκκινο βιβλίο των απειλούμενων ζώων της Ελλάδας~Πουλιά (*Falco naumanni*)]
- BirdLife International 2015, Lesser Kestrel *Falco naumanni*, available from <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/lesser-kestrel-falco-naumanni/text>.
- https://el.wikipedia.org/wiki/Φυλετικός_διμορφισμός
- <http://www.wwf.gr/news/430-2013-02-06-10-33-25>
- http://www.kee.gr/perivallontiki/eco_1.pdf
- <http://www.elet.gr/pages/publications/livestock-management-in-protected-areas-the-situation-in-greece-and-recommendations-for-the-future-2/>
- http://www.ornithologiki.gr/page_cn.php?aID=1221
- http://www.ornithologiki.gr/page_cn.php?aID=1220
- <https://www.britannica.com/animal/darkling-beetle>
- https://faunaofgreece.weebly.com/uploads/2/2/1/5/22154302/panida_crust_myriap_all_2016.pdf
- <https://buqauide.net/node/view/37>

