

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΕΔΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΟΥΣ ΦΥΣΙΚΟΥΣ ΠΟΡΟΥΣ

«ΧΩΡΙΚΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΟΥ
ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΔΙΚΑΣ (ALLECTORIS GRAECA) ΣΤΗ
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΞΕΝΟΣ Α. ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

Επιβλέπων

Καλύβας Διονύσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ 2014

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΕΔΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΟΥΣ ΦΥΣΙΚΟΥΣ ΠΟΡΟΥΣ

«ΧΩΡΙΚΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΟΥ
ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΔΙΚΑΣ (ALECTORIS GRAECA) ΣΤΗ
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΞΕΝΟΣ Α. ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

Επιβλέπων
Καλύβας Διονύσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ 2014

«ΧΩΡΙΚΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ
ΤΗΣ ΠΕΡΔΙΚΑΣ (ALECTORIS GRAECA) ΣΤΗ ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΞΕΝΟΣ Α. ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

Επιβλέπων

Καλύβας Διονύσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Καλύβας Διονύσιος, Αν. Καθ. ΓΠΑ
Μουστάκας Νικόλαος, Καθ. ΓΠΑ
Παπαδόπουλος Γεώργιος, Επ. Καθ. ΓΠΑ

ΑΘΗΝΑ 2014

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χρήση των μοντέλων χωρικής παρεμβολής αποτελεί μία πολύ εξελιγμένη μέθοδο παρακολούθησης της εξάπλωσης ειδών της άγριας πανίδας. Ένα χρήσιμο εργαλείο στα χέρια των διαχειριστών της άγριας πανίδας, για την παρακολούθηση των βιοτόπων και τη λήψη αποφάσεων. Στην παρούσα μελέτη μελετήθηκε η χωροχρονική κατανομή δεδομένων καταγραφής επτά ετών της Πέρδικας (*Alectoris graeca*) στην περιοχή της Στερεάς Ελλάδας. Για τη διερεύνηση της εξάπλωσης της εφαρμόστηκαν δύο μοντέλα:

- Μοντέλο μέγιστης εντροπίας (Maxent), με το οποίο διερευνήθηκε η εξάπλωση της Πέρδικας (*Alectoris graeca*), σε σχέση με κλιματικούς και εδαφικούς παράγοντες, αξιοποιώντας τα δεδομένα παρουσίας του είδους στη περιοχή.
- Γεωστατιστικά μοντέλα Kriging και Co-Kriging. Από τη στιγμή που διαπιστώθηκε ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την εξάπλωση της Πέρδικας (*Alectoris graeca*) στη Στερεά Ελλάδα, διερευνήθηκε η εξάπλωση του είδους στην περιοχή μελέτης, με βάση αυτούς τους παράγοντες και σε συνδυασμό με τα πληθυσμιακά δεδομένα καταγραφής.

Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι οι βασικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την εξάπλωση του είδους είναι το υψόμετρο και οι χρήσεις γης. Παράλληλα, με τα αποτελέσματα Kriging και Co-Kriging, διαπιστώθηκε ότι κάποιες χωρικές και εποχικές διαφοροποιήσεις στην εξάπλωση και τον πληθυσμό του είδους, οφείλονται στις μετακινήσεις του είδους από τα μεγαλύτερα υψόμετρα προς τα χαμηλότερα, λόγω της αναπαραγωγικής διαδικασίας.

Λέξεις κλειδιά: Πέρδικα (*Alectoris graeca*), εξάπλωση, μέγιστη εντροπία μοντελοποίηση, Kriging, Co-Kriging, Στερεά Ελλάδα.

ABSTRACT

The use of spatial interpolation models is a very sophisticated method of monitoring the distribution of wildlife. A useful tool for wildlife management, monitoring of habitats and decision making. In this study we investigated the temporal and spatial distribution data of Partridge (*Alectoris graeca*) recorded over a seven year period in Central Greece. To investigate its spreading, two models were applied:

- Model maximum entropy (Maxent), which was used to investigate the spread of the Partridge (*Alectoris graeca*) in relation to soil and climatic factors, optimizing the species' presence data in the region.

- Kriging geostatistical models and Co-Kriging. Once the factors which affect the spread of Partridge (*Alectoris graeca*) in Central Greece were found, we investigated the spread of the species in the study area based on these factors in combination with the population registration data.

Analysis of the data revealed that the main factors affecting the spread of the species is the altitude and land use. Furthermore, meta Kriging and Co-Kriging results found that some spatial and seasonal variations in the spread and the population of the species are due to movements of the species from higher towards lower altitudes because of the reproductive process.

Key words: Partridge (*Alectoris graeca*), distribution, geostatistical models, maximum entropy, Kriging, co-kriging, maxent sterea ellada.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
ΕΝΟΤΗΤΑ 1.....	10
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.2 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	11
1.3 ΣΚΟΠΟΣ.....	14
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.....	15
2.1 ΚΑΤΑΝΟΜΗ.....	15
2.2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	16
2.2.1 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑ.....	16
2.2.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	18
2.2.3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ.....	19
2.2.4 ΘΕΣΜΟΘΕΤΗΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ.....	20
2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ <i>ALECTORIS GRAECA</i> (ΠΕΡΔΙΚΑ).....	21
2.3.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ.....	21
2.3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ, ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ, ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	21
2.3.3 ΤΡΟΦΙΚΕΣ ΣΥΝΗΘΕΙΕΣ.....	21
2.3.4 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ.....	22
2.3.5 ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	22
2.3.6 ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑ & ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΙ ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΟΙ ΠΥΡΗΝΕΣ.....	23
2.3.7 ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ.....	23
2.3.8 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	23
2.3.9 ΚΥΡΙΟΤΕΡΕΣ ΑΠΕΙΛΕΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ.....	24
2.3.10 ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ.....	24
2.3.11 ΕΧΘΡΟΙ –ΑΜΥΝΑ.....	24
2.4 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ <i>ALECTORIS GRAECA</i> (ΠΕΡΔΙΚΑ).....	25
2.4.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΕΔΙΟΥ.....	25
2.4.2 ΧΩΡΙΚΑ ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	26
2.5 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ - ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΥΠΟΒΑΘΡΩΝ.....	27
2.5.1 ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ.....	28
2.5.2 ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ.....	28

2.5.3 ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ (DEM).....	28
2.5.4 ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ (ΕΚΘΕΣΗ)	29
2.5.5 ΚΛΙΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	29
2.5.6 ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ.....	30
2.5.7 ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ.....	30
2.5.8 ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΟΙΚΙΣΜΟΥΣ.....	30
2.5.9 ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ	31
2.6 ΧΩΡΙΚΗ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΗΣΗ MORAN	31
2.7 ΧΩΡΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΟΛΗ.....	32
2.7.1 ΓΕΩΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ (KRIGING)	33
2.7.2 ΠΑΡΕΜΒΟΛΗ CO-KRIGING	36
2.8 ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΝΤΡΟΠΙΑΣ ΣΤΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ.....	38
2.8.1 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ	40
2.8.2 ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ MAXENT	40
ΕΝΟΤΗΤΑ 3 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	42
3.1 ΜΗ ΧΩΡΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	42
3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΕΙΚΤΗ MORAN.....	45
3.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΝΤΡΟΠΙΑΣ	52
3.2.1 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	52
3.2.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΙΑΣΜΟ ΜΕ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	55
3.2.3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ.....	59
3.2.4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΚΑΛΥΨΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ	62
3.2.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ.....	65
3.3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ KRIGING.....	69
3.4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ Co-KRIGING	75
ΕΝΟΤΗΤΑ 4.....	81
4.1 Συμπεράσματα.....	81
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	82
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	86

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Το ακαδημαϊκό έτος 2014 είναι το έτος που φτάνει στο τέλος του ένας αγώνας μόχθου, αγωνίας, προγραμματισμού. Το έτος που γίνεται αρχή μιας καινούριας πορείας αλλά και νέων προκλήσεων. Σημείο αναφοράς των δύο αυτών περιόδων η εργασία αυτή την οποία θέτω υπό την κρίση σας και στην οποία προσπάθησα να δώσω κατά το δυνατόν όλη τη γνώση που απέκτησα από ικανούς και σπουδαίους επιστήμονες κατά τα δύο χρόνια των μεταπτυχιακών σπουδών μου.

Μέσα από την εργασία αυτή που είναι αποτέλεσμα των σπουδών μου θέλω να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στο αποτέλεσμα αυτό (ο καθένας από τη σκοπιά του) ξεκινώντας από την οικογένεια μου που στάθηκε κοντά μου σε όλη τη πορεία μου, σε ώρες χαράς αλλά και δυσκολίας ακούραστα και αγόγγυστα.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ολόψυχα τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Καλύβα Διονύσιο για τις πολύτιμες καθοδηγητικές του γνώσεις και για την ηθική του συμπαράσταση σε όλη μου την πορεία των μεταπτυχιακών μου σπουδών. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Δ' Κυνηγετική Ομοσπονδία Στερεάς Ελλάδας για την παραχώρηση στοιχείων από της καταμετρήσεις πεδίου από το πρόγραμμα «Πληθυσμιακή πυκνότητα και τάσεις της Πέρδικας (*Alectoris graeca graeca*) στη Στερεά Ελλάδα» και ιδιαίτερα τον κ. Χαντζινήκο Ευάγγελο, Δασολόγο-MSc Βιοοικολόγο, για τις πολύτιμες συμβουλές του για σχετικά με τη βιολογία της Πέρδικας. Επίσης θα πρέπει να ευχαριστήσω τον κ. Ποϊραζίδη Κωσταντίνο Καθηγητή Εφαρμογών Τμήματος Τεχνολογίας Περιβάλλοντος και Οικολογίας του ΤΕΙ Ιονίων Νήσων για τις πολύτιμες συμβουλές του σχετικά με τη μοντελοποίηση δεδομένων Άγριας Πανίδας.

-
-

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ανθρώπινος παράγοντας προκάλεσε και συνεχίζει να προκαλεί διαταραχές στο περιβάλλον, όπως απώλεια ενδιαιτημάτων, ρύπανση, εισαγωγή χωροκατακτητικών ειδών και κλιματική αλλαγή. Όλες αποτελούν απειλή για την υγεία της άγριας ζωής και της βιοποικιλότητας. Η τεχνολογία GIS είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο για τη διαχείριση, την ανάλυση και την οπτικοποίηση των δεδομένων της άγριας ζωής στις περιοχές-στόχους, όπου παρεμβατικές πρακτικές διαχείρισης απαιτούν παρακολούθηση της αποτελεσματικότητάς τους.

Τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών βοηθούν τους επαγγελματίες διαχειριστές της άγριας ζωής να εξετάζουν και να εποπτεύουν:

- τους βιοτόπους και τις ευρύτερες περιοχές τους
- τα patches (περιοχές εμφάνισης - συγκέντρωσης) του πληθυσμού και τις διασυνδέσεις τους
- τις νόσους και τα επίπεδα μόλυνσης εντός των πληθυσμών
- την πρόοδο των έργων διαχείρισης και της αποτελεσματικότητάς τους
- την ιστορική και υφιστάμενη παρουσία των ειδών καθώς και της πυκνότητάς τους

Η κατανόηση των συγκεκριμένων αναγκών των πληθυσμών της άγριας ζωής είναι το κλειδί για την πρόληψη, σε τοπικό ή παγκόσμιο επίπεδο, της εξαφάνισης, την αποκατάσταση των πληθυσμών, καθώς και την αποκατάσταση των ενδιαιτημάτων. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή των ειδών και την επιλογή των βιοτόπων έχουν μεγάλη σημασία για τους ερευνητές και τους διαχειριστές της άγριας ζωής. Για παράδειγμα, οι υπηρεσίες που ασχολούνται με τη διαχείριση της άγριας ζωής, είναι συχνά επιφορτισμένες με τον καθορισμό των ποσοστώσεων της κάρπωσης θηραματικών ειδών στο κυνήγι, και πρέπει να βασίζονται σε πληροφορίες σχετικά με την πιθανή κατανομή στους βιοτόπους της άγριας πανίδας, πρότυπα κατανομής που συμβάλουν στη δημιουργία των εν λόγω ποσοστώσεων. Διαχειριστές άγριας ζωής και ερευνητές συχνά επιφορτίζονται με την οριοθέτηση των υφιστάμενων και των δυνητικών κατανομών των απειλούμενων ειδών για τη δημιουργία προστατευόμενων περιοχών, ενώ σε άλλες περιοχές, τα χωροκατακτητικά είδη επεκτείνουν το εύρος εξάπλωσής τους σε νέες περιοχές που πρέπει να προσδιορισθούν χωρικά ώστε να επιβραδυνθεί ή και να εξαλειφθεί αυτή η εισβολή. Υπάρχει μια συνεχής ανάγκη για εναλλακτικές και πιθανώς πιο αποτελεσματικές μεθόδους για την αξιολόγηση αυτών των προτύπων κατανομής.

1.2 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Οι επιστήμονες της οικολογίας αναγνωρίζουν ότι σχεδόν όλα τα στοιχεία μακροοικολογίας της βιοποικιλότητας δείχνουν ισχυρά χωρικά πρότυπα, τα οποία οδηγούνται από χωρικά δομημένες βιολογικές διεργασίες. Ως εκ τούτου, τα δεδομένα αυτά είναι συχνά χωρικά αυτοσυσχετισμένα μεταξύ τους (Rangel et al., 2006). Επιπλέον, οι χωρικές δομές των οικολογικών και βιογεωγραφικών δεδομένων επηρεάζονται από τις χωρικές συσχετίσεις των παρατηρούμενων μεταβλητών, όπως την αφθονία και τον πλούτο τους, καθώς και από τη χωρική διάταξη των θέσεων δειγματοληψίας (Diniz-Filho et al., 2003; Fortin & Dale, 2005; Rangel et al., 2006).

Εφαρμογή της μοντελοποίησης οικολογικών δεδομένων έγινε στο Δάσος της Δαδιάς-Λευκίμης –Σουφλίου σε ομάδα ειδών αρπακτικών με εντυπωσιακά αποτελέσματα. Μερικά από αυτά ήταν ότι ο προτιμώμενος βióτοπος φωλιάσματος του Μαυρόγυπα είναι η παρουσία ώριμων δέντρων σε απότομες πλαγιές, μακριά από ανθρώπινες δραστηριότητες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μοντέλων, οι μεταβλητές του ανάγλυφου ήταν σημαντικότερες σε ευρύτερη κλίμακα (επίπεδο τοπίου), ενώ τα χαρακτηριστικά της βλάστησης καθόριζαν την επιλογή σε μικρότερη κλίμακα. Η ανάλυση έδειξε ότι ο Μαυρόγυπας μπορεί να φωλιάζει πέρα από τα αμιγή δάση πεύκης, σε μικτές συστάδες πεύκης / δρυός ακόμα και σε αμιγή δάση πλατύφυλλων με μεμονωμένα ώριμα πεύκα. Οι χάρτες πρόβλεψης φωλιάσματος έδειξαν ότι οι σημαντικότεροι διαθέσιμοι χώροι αναπαραγωγής βρίσκονται μέσα στα όρια της περιοχής αυστηρής προστασίας του Εθνικού Πάρκου, αλλά κατάλληλες περιοχές βρίσκονται και στην περιφερειακή ζώνη, ειδικά στα νοτιοδυτικά του μεγάλου πυρήνα. Η ακρίβεια του μοντέλου ήταν πολύ μεγάλη και η αποτελεσματικότητα του αξιολογήθηκε με μια σειρά δεικτών (Ποϊραζίδης 2003).

Η εντροπία είναι μία θεμελιώδης έννοια στη θεωρία πληροφορικής, και μετρά το κατά πόσο η επιλογή εμπλέκεται στην πραγμάτωση ενός γεγονότος (Shannon 1948). Η αρχή της μέγιστης εντροπίας υποθέτει ότι όλα τα μοντέλα κατανομής που ικανοποιούν κάποιους περιορισμούς θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο ομοιόμορφα. Η μέθοδος MAXENT φαίνεται ότι είναι μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση για την μοντελοποίηση της κατανομής των ειδών (Phillips et al., 2006; Elith et al., 2006).

Μοντέλα εντροπίας για την διερεύνηση του πληθυσμού του Ζαρκαδιού έχουν χρησιμοποιηθεί για την περιοχή της Οίτης χρησιμοποιώντας ως στοιχεία παρουσίας του είδους τα σημεία εύρεσης κοπρανοσορών (Ταπάρης Δ., Ηλιόπουλος Γ. 2013). Η αξιολόγηση αξιοπιστίας πρόβλεψης του μοντέλου ήταν θετική, γεγονός που υποδεικνύει ότι το μοντέλο

προσομοιάζει με ικανοποιητικό τρόπο την δυνητική παρουσία του είδους. Από τις 4 περιβαλλοντικές παραμέτρους που χρησιμοποιήθηκαν, σημαντικότερη συνεισφορά στην πρόβλεψη είχαν κατά σειρά η κλίση του εδάφους, το υψόμετρο και η βλάστηση/χρήση, ενώ ο προσανατολισμός δεν φαίνεται να επηρεάζει ιδιαίτερα την πιθανότητα κατανομής.

Επίσης στην Ελλάδα μοντέλα μέγιστης εντροπίας έχουν χρησιμοποιηθεί συνδυαστικά με άλλα μοντέλα γεωστατιστικής για την διερεύνηση της αφθονίας και της συμπεριφοράς των θαλασσοπουλιών στην περιοχή του βορείου Αιγαίου (Ζακκας 2010) μελετήθηκαν παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν την κατανομή τους με τις μεθόδους GAM και Maxent και παρήχθησαν χάρτες κατανομής των πληθυσμών ε βάση την καταλληλότητα του ενδιαιτήματος. Τα αποτελέσματα υπέδειξαν μια σειρά παραγόντων, τόσο χωρικών όσο και φυσικοχημικών που επηρεάζουν την κατανομή τους.

Εκτός από τα θηλαστικά και τα πτηνά μοντελοποίηση δεδομένων παρουσίας – απουσίας σε συνδυασμό με δεδομένα κλιματολογικών, περιβαλλοντικών, τοπογραφικών και δεδομένων χρήσεων και κάλυψης γης έχουν εφαρμοστεί και στα ασπόνδυλα και συγκεκριμένα στη διερεύνηση των παρασιτικών μολύνσεων με *Fasciola hepatica* σε βιολογικές και συμβατικές εκτροφές μηρυκαστικών (Γκαντζούρα Βαΐα 2011) Η μοντελοποίηση, με τη χρήση του αλγόριθμου της μέγιστης εντροπίας (πρόγραμμα Maxent) χρησιμοποιήθηκε για τη διαμόρφωση της γεωγραφικής κατανομής των γονότυπων και απλότυπων που βρέθηκαν στην Ελλάδα και τη Βουλγαρία. Όσον αφορά στο επιλεγμένο τμήμα του mtDNA, οι μεταβλητές της βροχόπτωσης διαμόρφωσαν τη γεωγραφική κατανομή του CtCmtI απλότυπου, ενώ οι μεταβλητές της θερμοκρασίας διαμόρφωσαν τη γεωγραφική κατανομή των CtCmt2.1 και CtCmt2.2 απλότυπων. Προσδιορίστηκε ότι η πιθανότερη παρουσία των γονότυπων και απλότυπων του *F. hepatica* βρίσκεται στη νότια Βουλγαρία, στην κεντρική κα βόρεια Ελλάδα, όπου εκτρέφεται και στις δυο χώρες μεγάλος αριθμός μηρυκαστικών. Η μοντελοποίηση των οικολογικών δεδομένων είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την αποτύπωση αλλά και την διερεύνηση των περιόδων μετανάστευσης, αναπαραγωγής και διαχείμασής αρκετών ειδών της άγριας πανίδας. Ο συνδυασμός διαφορετικών μοντέλων και στατιστικών μεθόδων ανάλυσης δεδομένων μας δίνουν άριστα αποτελέσματα για την χωρική προσέγγιση της βιολογίας του Μαυροπετρίτη. (Κασσάρα 2011). Οι παράγοντες που φαίνεται να επηρεάζουν την έκβαση της αναπαραγωγικής προσπάθειας του Μαυροπετρίτη σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά της φωλιάς, το ανάγλυφο και τις επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες στην ευρύτερη περιοχή μελέτης.

Στην Κύπρο η μοντελοποίηση οικολογικών δεδομένων έχει χρησιμοποιηθεί για την διερεύνηση και την παραγωγή χαρτών καταλληλότητας ενδιαίτηματος αλλά και οι μελλοντικές προοπτικές τους σε συνδυασμό με σενάρια κλιματολογικών αλλαγών. Οι εφαρμογή τέτοιων γεωστατιστικών αναλύσεων και η παραγωγή χαρτών είναι ένα χρήσιμο εργαλείο στους λήπτες αποφάσεων (Παπαμιχαήλ, Φύλλας 2012).

Οι θεωρίες γεωστατικής παρεμβολής, όπως Kriging και Co-Kriging, μπορούν να εφαρμοσθούν για να βελτιώσουν μια στρατηγική δειγματοληψίας, που θεωρείται χωρικά αυτοσυσχετισμένη (Aubry & Debouzie, 2000, 2001 Lin & Rouhani, 2001).

Με τη χρήση των δεδομένων του δείγματος και με τη γεωστατιστική, οι επιστήμονες που ασχολούνται με τη βιολογία μπορούν να κάνουν τις βέλτιστες προβλέψεις για χωρικά εξαρτώμενα βιολογικές μεταβλητές (π.χ. η αφθονία των ειδών), σε περιοχές που δεν έχει πραγματοποιηθεί δειγματοληψία (Carroll & Pearson, 2000).

Η Kriging, είναι μια διαδικασία γραμμικής παρεμβολής, που παρέχει τη βέλτιστη γραμμική παρεμβολή αμερόληπτου εκτιμητή των ποσοτήτων που ποικίλλουν στο χώρο (Lin et al., 2001).

Η μέθοδος Kriging έχει χρησιμοποιηθεί για να εκτιμηθεί ο επιπολασμός της φυματίωσης στον Ευρασιατικό ασβό (*Meles meles*) στην Αγγλία και Ουαλία Χρησιμοποιώντας μια ειδική χωρική προσέγγιση, προσδιορίστηκε ο αναμενόμενος αριθμός των ετών που απαιτούνται για μια έρευνα για να εκτιμηθεί ο επιπολασμός της φυματίωσης στον Ευρασιατικό Ασβό (*Meles meles*) στην Αγγλία και Ουαλία, και έδειξε ότι σε ορισμένες περιοχές της χώρας ότι μια τέτοια έρευνα δεν ήταν εφικτή. Ένα νέο χαρακτηριστικό της προσέγγισής ήταν η χρήση ενός πληθυσμού σταθμισμένων μεθοδολογιών kriging να παράσχει παρεμβολή εκτιμήσεις για την επικράτηση της φυματίωσης σε ολόκληρη τη χώρα (Durr 2006).

Η Co-kriging είναι μια μέθοδος εκτίμησης που ελαχιστοποιεί την διακύμανση του εκτίμησης σφάλματος. Με την αξιοποίηση των συσχετίσεων μεταβλητών, οι εκτιμήσεις λαμβάνονται από τις δευτερεύουσες μεταβλητές και τις βασικές μεταβλητές (Isaaks & Srivastava, 1989).

Γεωστατιστικές μέθοδοι Kriging και Co-Kriging έχουν χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των βιοτόπων στην Ινδία χρησιμοποιώντας τεχνικές δειγματοληψίας point count και distance sampling. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε σε συνδυασμό με την εγγύτητα με τη διαθεσιμότητα του νερού, τον τύπο οικοτόπου, κλίση, έκθεση, η απόσταση

από το ανθρωπογενές περιβάλλον, κ.λπ. (Kush Kushwah et.al 2012) Στην εφαρμογή μοντέλων κατανομής των ειδών της άγριας πανίδας μέσα σε ένα βιότοπο, η αφαίρεση και προσθήκη ορισμένων από τις βιοφυσικές ιδιότητες που μπορεί να μην είναι άμεσα σχετιζόμενες με τα είδη, μπορεί να επηρεάσει σοβαρά την κατανομή των ειδών αυτών στο βιότοπο.

1.3 ΣΚΟΠΟΣ

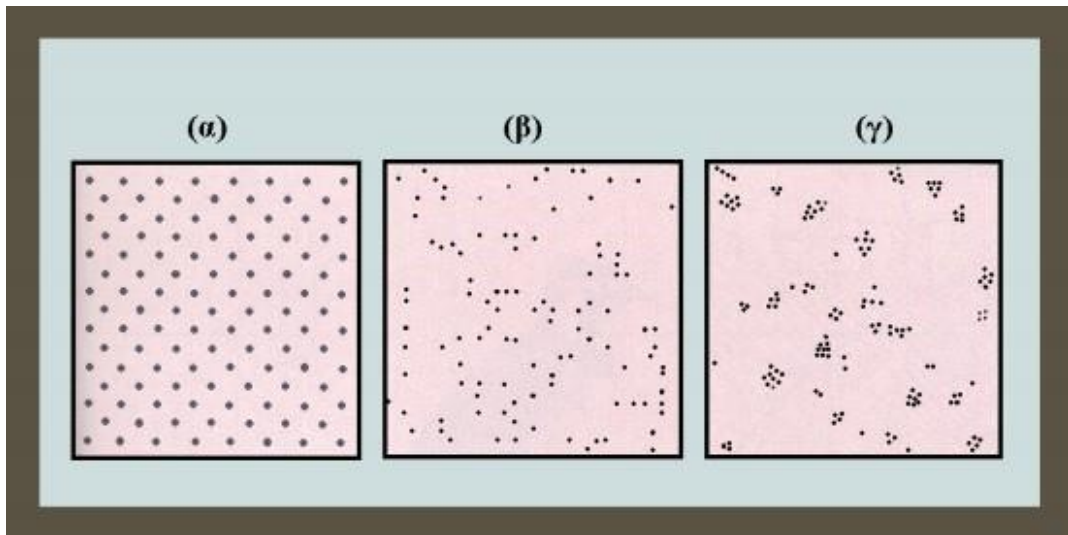
Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η μελέτη της χωροχρονικής κατανομής της Πέρδικας (*Alectoris graeca*) στην περιοχή της Στερεάς Ελλάδας. Βασικός στόχος είναι η χωρική μοντελοποίηση της εμφάνισης της Πέρδικας με χρήση γεωστατιστικών μεθόδων χωρικής παρεμβολής καθώς και θεωρίας μέγιστης εντροπίας. Η διερεύνηση της εξάπλωσης στηρίχθηκε σε δεδομένα καταγραφής επτά ετών στα οποία εφαρμόστηκαν δύο μοντέλα:

- Μοντέλο μέγιστης εντροπίας (Maxent), με το οποίο διερευνήθηκε η εξάπλωση της Πέρδικας (*Alectoris graeca*), σε σχέση με κλιματικούς και εδαφικούς παράγοντες, αξιοποιώντας τα δεδομένα παρουσίας του είδους στη περιοχή.
- Γεωστατιστικά μοντέλα Kriging και Co-Kriging. Διερεύνηση της εξάπλωσης του είδους στη περιοχή μελέτης, βάσει των ήδη διαπιστωμένων παραγόντων που την επηρεάζουν, σε συνδυασμό με τα πληθυσμιακά δεδομένα καταγραφής.

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1 ΚΑΤΑΝΟΜΗ

Τα άτομα στους φυσικούς πληθυσμούς βρίσκονται κατανεμημένα στο χώρο σε διάφορες μορφές. Η κατανομή αυτή μπορεί να είναι ομοιόμορφη, τυχαία, και συσσωματωμένη (Εικόνα 1.1)



Εικόνα 1: Μορφές κατανομής: (α) ομοιόμορφη, (β) τυχαία, και (γ) συσσωματωμένη.

Η τυχαία κατανομή των ατόμων σπάνια συναντάται στη φύση, διότι αυτή προϋποθέτει πως ο βιότοπος θα πρέπει να εμφανίζει μεγάλη ομοιογένεια και η θέση του κάθε ατόμου να είναι ανεξάρτητη από τη θέση του άλλου. Η ομοιόμορφη κατανομή παρουσιάζεται στις περιπτώσεις που ασκούνται μεταξύ των ατόμων ισχυρές αλληλεπιδράσεις, επιβάλλεται στους πληθυσμούς των καλλιεργούμενων φυτών, διότι έτσι, διευκολύνονται οι καλλιεργητικές εργασίες και αξιοποιούνται αποτελεσματικότερα οι πόροι. Η συνηθέστερα παρατηρούμενη κατανομή στη φύση είναι η συσσωματωμένη. Η συσσωμάτωση αυτή επιδρά δυσμενώς ή ευμενώς στην ευδοκίμηση ή ακόμη και την επιβίωση ενός πληθυσμού. Η επίδραση θα είναι δυσμενής, όταν προκληθεί ανταγωνισμός των ατόμων για τη χρήση ενός ή περισσότερων ζωτικών πόρων, οι οποίοι βρίσκονται σε χαμηλή διαθεσιμότητα. Αντίθετα, θα είναι ευνοϊκή, όταν η ομάδα μπορεί να χρησιμοποιήσει αποτελεσματικότερα τους πόρους, να αντισταθεί στις κακουχίες ή να μεταβάλει προς το ευμενέστερο κάποιον παράγοντα του περιβάλλοντος. Πολλές φορές είναι χρήσιμο να προσδιορίσουμε για ποιο λόγο ένας πληθυσμός ακολουθεί μια ορισμένη μορφή κατανομής των ατόμων του στο χώρο. Ο μελετητής της φυσικής βλάστησης πρέπει

να προσδιορίσει την μορφή της κατανομής από την αρχή, διότι αυτή αποτελεί κριτήριο για την επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου δειγματοληψίας. Η μορφή, με την οποία κατανέμονται τα άτομα ενός πληθυσμού στο χώρο, έχει μεγάλη σημασία για την εκπόνηση δασοπονικών, λιβαδοπονικών ή άλλων μελετών.

Τέλος, εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι στους πληθυσμούς, οι οργανισμοί δεν κατανέμονται μόνο στο χώρο, αλλά κατανέμονται και στον χρόνο. Η κατανομή τους στο χρόνο μπορεί να είναι ημερήσια (σχετιζόμενη με τις ημερήσιες αλλαγές στο ημερήσιο φως και το σκοτάδι), σεληνιακή, πλημμυρική και εποχιακή. Επίσης, η κατανομή μπορεί να περιλαμβάνει μεγαλύτερες περιόδους, στις οποίες συγκαταλέγονται οι ετήσιες διακυμάνσεις, οι εποχιακές αλλαγές και οι εξελικτικές αλλαγές (www.teiep.gr).

2.2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή μελέτης είναι η Στερεά Ελλάδα. Είναι το μεγαλύτερο σε έκταση γεωγραφικό διαμέρισμα της Ελλάδος. Συνορεύει Βόρεια με την Ήπειρο και τη Θεσσαλία, Ανατολικά βρέχεται από το Αιγαίο Πέλαγος, Νοτιοανατολικά από το Σαρωνικό Κόλπο, Νότια από τον Κορινθιακό και τον Πατραϊκό Κόλπο και Δυτικά από το Ιόνιο Πέλαγος. Έχει έκταση 24.391 τ. χλμ. και πληθυσμό 1.235.558 κατοίκους. Διοικητικά διαιρείται σε επτά νομούς: Αιτωλοακαρνανίας με πρωτεύουσα το Μεσολόγγι, Αττικής με πρωτεύουσα την Αθήνα, Βοιωτίας με πρωτεύουσα τη Λειβαδιά, Ευβοίας με πρωτεύουσα τη Χαλκίδα, Ευρυτανίας με πρωτεύουσα το Καρπενήσι, Φθιώτιδος με πρωτεύουσα τη Λαμία και Φωκίδος με πρωτεύουσα την Άμφισσα.

2.2.1 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑ

Η μορφολογία του εδάφους χαρακτηρίζεται από έντονους ορεινούς όγκους. Στην κεντρική Στερεά Ελλάδα κυριαρχεί ένα ορεινό σύμπλεγμα όπου τα τρία ψηλότερα βουνά είναι η Γκιώνα (2.508 μ.), τα Βαρδούσια (2.495 μ.) και ο Παρνασσός (2.456 μ.). Προς τα δυτικά ξεχωρίζουν τα Ακαρνανικά όρη και νοτιότερα συναντάμε τον Αράκυνθο, προέκταση των βουνών της Ναυπακτίας. Στα ανατολικά, από τον κύριο κεντρικό ορεινό όγκο σχηματίζονται δύο οροσειρές: η πρώτη περιβάλλει την ανατολική πλευρά της Στερεάς, με ψηλότερα βουνά το Καλλίδρομο και το Χλωμό, ενώ η δεύτερη περιλαμβάνει τα όρη Ελικώνας, Κιθαιρώνας, Πατέρας, Πάρνηθα, Πεντέλη και Υμηττός. Η Εύβοια αποτελεί μια

ξεχωριστή ενότητα και θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μία συνεχής οροσειρά με υψηλότερη κορυφή αυτή του όρους Δίρφη (WWF Ελλάς, 2012).

Οι πεδιάδες, με την εξαίρεση της Βοιωτίας και της Αιτωλοακαρνανίας, είναι λίγες. Αντίθετα, μεγάλος είναι ο αριθμός των λιμνών, ξεκινώντας από το σύμπλεγμα Τριχωνίδας (πλέον η μεγαλύτερη φυσική λίμνη της Ελλάδας), Λυσιμαχείας, Οζερού και Αμβρακίας στα δυτικά και τη λίμνη Βουλκαριά στη βορειοδυτική Αιτωλοακαρνανία, τις τεχνητές λίμνες του Μόρνου και των Κρεμαστών, και φτάνοντας στην Υλίκη και την Παραλίμνη στα ανατολικά. Η Στερεά Ελλάδα περιλαμβάνει επίσης σημαντικούς υγροτόπους όπως οι εκβολές του Αχελώου στο Μεσολόγγι, οι εκβολές του Σπερχειού, ο Σχινιάς στο Μαραθώνα Αττικής και η λίμνη Δύστος στην Εύβοια. Στην Εύβοια συνολικά έχουν καταγραφεί 75 νησιωτικοί υγρότοποι από τους οποίους οι 49 είναι φυσικοί (WWF Ελλάς, 2010.). Οι μεγαλύτεροι ποταμοί του γεωγραφικού διαμερίσματος είναι στα ανατολικά ο Σπερχειός που πηγάζει από τον Τυμφρηστό και εκβάλλει στο Αιγαίο και στα δυτικά ο Αχελώος, που εισέρχεται στη Στερεά Ελλάδα από την Ήπειρο. Σημαντικοί είναι επίσης οι ποταμοί Εύηνος, Μόρνος, Ασωπός και ο Βοιωτικός Κηφισός.

Στη Στερεά Ελλάδα εμφανίζονται όλες, σχεδόν, οι γεωλογικές ζώνες, και συγκεκριμένα η Ιόνια και η Γαβρόβου - Τρίπολης στα δυτικά, στα κεντρικά οι ζώνες Πίνδου, Παρνασσού - Γκιώνας και Βοιωτική, και στα ανατολικά η Υποπελαγονική και η Πελαγονική. Τα κυριότερα πετρώματα της περιοχής είναι ασβεστόλιθοι, φλύσχης, σχιστόλιθοι κ.ά. Η Στερεά Ελλάδα είναι από τις πλέον ευνοημένες περιοχές της χώρας όσον αφορά τις ορυκτές πρώτες ύλες (π.χ. βωξίτης, σιδηρονικελιούχα μεταλλεύματα, μάρμαρα), με αποτέλεσμα να παίζει σημαντικό ρόλο στην ελληνική μεταλλευτική βιομηχανία (WWF Ελλάς, 2012).

Σχετικά με το κλίμα, τα ψηλά και απόκρημνα βουνά που καλύπτουν το γεωγραφικό διαμέρισμα συντελούν στη διαμόρφωση έντονης κλιματικής ποικιλότητας. Τα παράλια έχουν γενικά μικρότερο ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος από τις αντίστοιχες εσωτερικές και ψηλότερες ορεινές περιοχές. Οι βροχοπτώσεις επίσης διαφοροποιούνται και είναι πλουσιότερες στο δυτικό τμήμα, όπου αυξάνονται από τα 800 έως 1.000 χιλιοστά περίπου στα παράκτια και πεδινά, έως τα 1.400 χιλιοστά στα ορεινά, και περισσότερα από 1.800 χιλιοστά στα μεγάλα υψόμετρα. Αντίθετα, στο λεκανοπέδιο της Αττικής, το μέσο ετήσιο ύψος βροχής κυμαίνεται από 350 ως τα 1.000 χιλιοστά στα ορεινά τμήματα (Πάρνηθα) (Κουτσογιάννης, 2008). Στο κεντρικό ορεινό συγκρότημα το κλίμα είναι παρατεταμένο και έντονα ψυχρό, με παγετούς και χιόνια.

2.2.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Στα χαμηλά υψόμετρα συναντάμε μεσογειακή μακκία βλάστηση με σχίνους, ελιές, χαρουπιές, αριές, πουρνάρια, φυλλύκια, κουμαριές, πεύκα κ.λπ. Οι σχίνοι δημιουργούν μια συνεχή ζώνη κατά μήκος των ακτών και ως τα 400 περίπου μέτρα υψόμετρο. Αραιά, σε παράκτιες περιοχές εμφανίζεται και η φοινικική άρκευθος. Δάση χαλέπιου πεύκης συναντάμε στην ανατολική Στερεά καθώς και στη βόρεια Εύβοια, όπου θεωρείται ότι βρίσκουν το βέλτιστο της ανάπτυξής τους στον Ελλαδικό χώρο. Καθοριστικό ρόλο στη δασική βλάστηση της Στερεάς Ελλάδας παίζουν τα πουρνάρια, που φτάνουν ως τα 1.200 μ. Πρόκειται κυρίως για δευτερογενείς διαπλάσεις που προέκυψαν μετά από μακροχρόνιες πιέσεις (πυρκαγιές, βόσκηση κ.ά.). Στην περιοχή του Βάλτου (δυτική Στερεά) συναντάμε τις καλύτερες και συμπαγέστερες συστάδες αριάς στην Ελλάδα. Τα πλέον χαρακτηριστικά δρυοδάση από πλατύφυλλη και χνοώδη δρυ στο γεωγραφικό διαμέρισμα αναπτύσσονται σε λοφώδεις εκτάσεις στην Οίτη. Ενδημική της βόρειας Εύβοιας είναι η ευβοϊκή δρυς, που δεν σχηματίζει δάση αλλά εμφανίζεται σε θαμνώδεις μορφές και αποκλειστικά σε οφιολιθικά πετρώματα (WWF Ελλάς, 2012),

Από τα 800 έως τα 1.800 μ. υψόμετρο συναντάμε δάση ελάτης και μαύρης πεύκης. Η Στερεά Ελλάδα αποτελεί, μάλιστα, το φυσικό όριο εξάπλωσης της κεφαλληνιακής ελάτης, που βορειότερα αντικαθίσταται από την υβριδογενή. Δάση μαύρης πεύκης εμφανίζονται κυρίως στον Παρνασσό και στον Τυμφρηστό, καθώς και στη βόρεια και κεντρική Εύβοια, στα αντίστοιχα υψομετρικά εύρη με την ελάτη. Στα όρια των δρυοδασών και σε μίξη με τα έλατα εμφανίζεται και η καστανιά, κυρίως στον Τυμφρηστό, καθώς και στην Εύβοια (Δίρφυ και όρος Όχη).

Η οξιά εμφανίζεται μόνο επί του ομώνυμου όρους Οξιά, που αποτελεί το νοτιότερο άκρο εξάπλωσής της στην Ευρώπη. Τέλος, σημαντική στη Στερεά είναι και η παρουσία του σκλήθρου που εντοπίζεται σε μια στενή ζώνη στις όχθες των ρεμάτων (Καρέτσος, Γ, Τσαγκάρη).

Όσον αφορά στη χλωρίδα, η περιοχή της Στερεάς Ελλάδας δεν έχει μελετηθεί εκτενώς. Από τα διαθέσιμα στοιχεία αναφέρεται ενδεικτικά ότι στο συγκρότημα των Βαρδουσιών έχουν αναγνωριστεί 1.122 φυτικά είδη και υποείδη (Βλάχος, 2006), και στον Τυμφρηστό 1.202 (Δημητρέλλος, 2005). Περισσότερα από 100 προστατεύονται ή αξιολογούνται ως απειλούμενα. Ο ενδημισμός των φυτών είναι επίσης υψηλός στα βουνά (6,7% στην Οίτη και 9,3% στα Βαρδούσια) (Δημητρέλλος, 2005), ενώ 12 είδη φυτών, είναι αποκλειστικά ενδημικά της Στερεάς (Φοίτος, 2009). Ανάμεσά τους το κρισίμως κινδυνεύον *Asperula baenitzii*, οι κενταύριες *Centaurea cithaeronea* και *C. aetolica*, η στατική *Limonium corinthiacum*, το *Onosma stridii* στο Καλλίδρομο, η παιώνια του Παρνασσού (*Paeonia*

parnassica), η *Centaurea princeps* (είδος προτεραιότητας σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ) κ.ά. Ιδιαίτερο χλωριδικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η Εύβοια με είδη όπως το *Allium runemarkii*, και η Σκύρος, όπου απαντούν τα επίσης κρίσιμωσ κινδυνεύοντα *Minuartia dirrhya* και *Aethionema retsina*, είδη τα οποία επιπλέον συμπεριλαμβάνονται στα 50 πλέον απειλούμενα των νησιών της Μεσογείου (Montrnollin, 2005), αλλά και το τσάι του βουνού *Sideritis euboea*.

Η Στερεά Ελλάδα αποτελεί το νοτιότερο σημείο εξάπλωσης του λύκου, ενώ στην παραλιακή ζώνη της Φωκίδας υπάρχει ακόμη τσακάλι (Λεγάκις, 2009). Η Πάρνηθα φιλοξενεί το μεγαλύτερο πληθυσμό κόκκινων ελαφιών της χώρας. Τέλος, στη Σκύρο εξαπλώνεται η ομώνυμη ενδημική σαύρα (Valakos, 2008). Όσον αφορά την ορνιθοπανίδα, κάποια από τα απειλούμενα είδη πουλιών που παρατηρούνται να φωλιάζουν στη Στερεά είναι το όρνιο, ο χρυσαετός, καθώς και τα τρωτά βαρβάρια, αργυροπελεκάνος, σπιζαετός, αετογερακίνα, κικινέζι κ.λπ. Η λιμνοθάλασσα Μεσολογίου είναι σημαντικός υγρότοπος για είδη που φωλιάζουν όπως η αβοκέτα, ή διαχειμάζουν, όπως η καλημάνια. Τέλος, στα εσωτερικά ύδατα του διαμερίσματος (και ιδιαίτερα στην Υλίκη, το Βοιωτικό Κηφισό και το σύστημα του Σπερχειού) απαντούν πολλά ενδημικά είδη ψαριών όπως το αττικόψαρο, το σκαρούνι, ο ελληνοπυγόστεος και η ευβοϊκή μπριάνια (ενδημικό της ανατολικής Εύβοιας). (WWF Ελλάς, 2012).

2.2.3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

Η Στερεά Ελλάδα είναι αγροτική περιοχή. Τα κύρια στοιχεία της οικονομίας της είναι η γεωργία, η κτηνοτροφία, η δασική εκμετάλλευση, το πλούσιο υπέδαφος, η αλιεία και η βιομηχανία. Ως προς τη γεωργία, οι κυριότερες καλλιέργειες είναι τα δημητριακά, τα όσπρια, τα κτηνοτροφικά φυτά, ο καπνός, η αμπελουργία και οι δεντροκαλλιέργειες. Το εκτεταμένο ημιορεινό και ορεινό έδαφος συμβάλλουν σημαντικά στην ανάπτυξη της κτηνοτροφίας, τόσο των μεγάλων όσο και των μικρών ζώων. Τα παράλια της είναι πλούσια σε αλιεύματα, ιδιαίτερα η λιμνοθάλασσα του Μεσολογίου και οι κόλποι στα ανατολικά. Το υπέδαφός της είναι από τα πιο πλούσια της χώρας σε μεταλλεύματα, γι' αυτό και λειτουργούν πολλά μεταλλεία. Η Στερεά Ελλάδα είναι μια από τις πιο προηγμένες βιομηχανικά περιοχές της χώρας. Η σημαντικότερη βιομηχανική πόλη, εκτός από την Αθήνα και τον Πειραιά, είναι η Ελευσίνα. Ακολουθούν ο Σκαραμαγκάς και ο Ασπρόπυργος.

2.2.4 ΘΕΣΜΟΘΕΤΗΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Οι θεσμοθετημένες περιοχές προστασίας της φύσης περιλαμβάνουν:

- 4 Εθνικούς Δρυμούς (Οίτης, Παρνασσού, Πάρνηθας, Σουνίου)
- 2 Εθνικά Πάρκα (Σχινιά - Μαραθώνα και λιμνοθάλασσας Μεσολογίου) καθώς και τμήμα του Εθνικού Πάρκου Υγρότοπων Αμβρακικού.
- 1 υγρότοπο διεθνούς σημασίας (Ramsar) (Υγρότοποι Μεσολογίου - Αιτωλικού)
- 49 περιοχές οι οποίες περιλαμβάνονται στο ευρωπαϊκό οικολογικό δίκτυο Natura 2000 [Οδηγίες 92/43/ΕΚ και 2009/147/ΕΚ (79/409/ΕΟΚ)] και καταλαμβάνουν το 16% περίπου του γεωγραφικού διαμερίσματος.
- 3 Αισθητικά δάση (Δάσος Καισαριανής Αττικής, Δάσος Στενής Ευβοίας, Περιαστικό Δάσος Τιθορέας Φθιώτιδας)
- 7 Διατηρητέα Μνημεία της Φύσης (το υπόλειμμα υδροχαρούς δάσους στην Ιστιαία Εύβοιας, οι ελιές του Αλμυροποτάμου Εύβοιας, καθώς και ο πλάτανος της Αγ. Μαρίνας Φθιώτιδας, οι πλάτανοι της Λαμίας Φθιώτιδας, το κυπαρίσσι της Πρασιάς Ευρυτανίας, οι πλάτανοι των Κομποτάδων Φθιώτιδας και το δάσος του Λεσινίου Αιτωλοακαρνανίας). Το τελευταίο μαζί με τον πυρήνα του Δρυμού της Οίτης είναι χαρακτηρισμένα και ως Βιογενετικά Αποθέματα
- 93 Καταφύγια Άγριας Ζωής
- Ο Εθνικός Δρυμός Σουνίου έχει επίσης χαρακτηριστεί ως Ειδικά Προστατευόμενη Περιοχή με βάση το πρωτόκολλο «Περί των ειδικά προστατευόμενων περιοχών της Μεσογείου» της Σύμβασης της Βαρκελώνης.

2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ *ALECTORIS GRAECA* (ΠΕΡΔΙΚΑ)

2.3.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

- **Βασίλειο:** Animalia
- **Φύλο:** Chordata
- **Υποφύλο:** Vertebrata
- **Κλάση:** Aves
- **Τάξη:** Galliformes
- **Οικογένεια:** Phasianidae
- **Γένος:** *Alectoris*
- **Είδος:** *A. graeca*



Εικόνα 2: Πέρδικα (*Alectoris graeca*)

2.3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ, ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ, ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Έχει μήκος 33-36cm, άνοιγμα φτερούγων 167-173 cm και βάρος 665 gr το αρσενικό (480-850 gr) και 645 gr το θηλυκό (490-800 gr). Φύλα ομοιόμορφα. Κεφάλι, στήθος και κοιλιά σταχτόχρωμα. Πλευρές με εναλλασσόμενες εγκάρσιες μαύρες και λευκές ραβδώσεις (Εικόνα 2). Παρειές και μπροστινό τμήμα του λαιμού λευκά, περιβαλλόμενα από μια στενή λωρίδα που αρχίζει πάνω από το ράμφος, περιβάλλει τα μάτια και εκτείνεται προς τα πίσω, δημιουργώντας έτσι ένα είδος περιλαίμιου. Στο πάνω μέρος προεκτείνεται προς τη βάση του ράμφους και σχηματίζει το «χαλινό». Το ράμφος είναι κοντό, καμπύλο, χρώματος κόκκινου. Τα πόδια είναι ισχυρά, τα δάκτυλα μικρά και απολήγουν σε ισχυρά νύχια.

2.3.3 ΤΡΟΦΙΚΕΣ ΣΥΝΗΘΕΙΕΣ

Είναι είδος παμφάγο. Η τροφή της είναι κυρίως φυτική (85-90%) και λιγότερο ζωική (10-15%). Αποτελείται από σπόρους γράστων και ζιζανίων, γράσταις, χυμώδεις καρπούς, σκουλήκια, έντομα, σαλιγκάρια κλπ. Οι ημερήσιες απαιτήσεις της σε τροφή είναι 35-40 gr. Οι νεοσσοί τις πρώτες εβδομάδες της ζωής τους τρέφονται κυρίως με ζωικές τροφές, λόγω των μεγάλων απαιτήσεων τους σε ζωικές πρωτεΐνες. Για την αναζήτηση της τροφής κινείται κατά τις πρωινές και απογευματινές ώρες.

2.3.4 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ

Εμφανίζονται τέσσερα υποείδη τα οποία έχουν διακριτή γεωγραφική εξάπλωση. Το υποείδος *Alectoris graeca saxatilis* εξαπλώνεται, στην Κροατία, την Ανατολική Γαλλία, την Γερμανία, την Αυστρία και στην Β. Ιταλία. Το υποείδος *A. g. orlandoi* συναντάται στην Κεντρική και Νότια Ιταλία και το υποείδος *A. g. whitakeri* είναι ενδημικό της Σικελίας. Στη χώρα μας, σε ολόκληρο το ηπειρωτικό της τμήμα (εκτός από τη Θράκη), καθώς και στα Βαλκάνια (Ύγρομ, Δυτική Βουλγαρία, Σερβία, Μαυροβούνιο και Αλβανία), εξαπλώνεται το υποείδος *Alectoris graeca graeca*.

2.3.5 ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

Είναι είδος μονογαμικό. Η περίοδος της αναπαραγωγής αρχίζει τον Ιανουάριο-Φεβρουάριο με το σχηματισμό των ζευγών. Φωλιάζει στο έδαφος, μέσα σε πυκνή ποώδη βλάστηση ή σε κοιλάτες του εδάφους ή στη βάση βράχων. Η φωλιά κατασκευάζεται από το θηλυκό την οποία επιστρώνει με ξερά φύλλα, χόρτα και λίγα πούπουλα. Τον Απρίλιο-Ιούνιο ωοτοκεί 8-14 αυγά, διαστάσεων 41x30 χιλιοστά, βάρους 20 gr. και χρώματος λευκού. Ο ρυθμός ωοτοκίας είναι 1 αυγό ανά 2 ημέρες. Η επώαση γίνεται από το θηλυκό και διαρκεί συνολικά 24 – 26 ημέρες. Οι νεοσσοί μετά την εκκόλαψη είναι άμεσα βαδιστικοί και ανεξαρτητοποιούνται σε ηλικία περίπου 60 ημερών.

Είναι μονογαμικό είδος, αν και έχουν παρατηρηθεί περιπτώσεις όπου το αρσενικό, ανάλογα με το κοπάδι, μπορεί να ζευγαρώσει με περισσότερες θηλυκές. Τον Ιανουάριο και Φεβρουάριο οι ομάδες διαλύονται και σχηματίζονται τα ζεύγη.

Πρώτα δημιουργούνται τα ζεύγη που είναι μεγαλύτερα σε ηλικία και το καθένα έχει συγκεκριμένη περιοχή χωροκράτειας, την οποία και υπερασπίζεται από τα υπόλοιπα άτομα του είδους. Το θηλυκό φωλιάζει στο έδαφος ή σε κοιλάτες του εδάφους στρώνοντας ξερά χόρτα και πούπουλα. Το θηλυκό και το αρσενικό βρίσκονται συνέχεια μαζί και αν παρενοχληθούν πετούν μαζί και στη συνέχεια αναζητούν το ένα το άλλο καθαρίζοντας χαρακτηριστικά.

Η ωοτοκία ξεκινά το τελευταίο δεκαήμερο του Φεβρουαρίου στις περιοχές με χαμηλό υψόμετρο και δέκα ημέρες έως ένα μήνα αργότερα στις υψηλότερες, ανάλογα με την αύξηση του υψομέτρου.

Κατά τη διάρκεια της επώασης παρατηρείται στο θηλυκό η κηλίδα επώασης, μια γυμνή από φτερά περιοχή στο στήθος η οποία βοηθά στην καλύτερη μετάδοση της

θερμότητας από το σώμα του θηλυκού στα επωαζόμενα αυγά. Οι νεοσσοί βαδίζουν σχεδόν αμέσως και κατά τις πρώτες ημέρες της ζωής τους τρέφονται με τροφή ζωικής προέλευσης.

Οι γονείς συνοδεύουν πάντα τα μικρά τους και τα ειδοποιούν με χαρακτηριστική φωνή σε περίπτωση κινδύνου. Τότε αυτά καλύπτονται στη βλάστηση και ο θηλυκός κυρίως γονιός προσπαθεί να απομακρύνει τον εισβολέα.

Οι νεοσσοί είναι ικανοί να πετάξουν στην ηλικία των τεσσάρων εβδομάδων και είναι αναπαραγωγικά ώριμοι τον επόμενο χρόνο (Παπαγεωργίου, 1990).

2.3.6 ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑ & ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΙ ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΟΙ ΠΥΡΗΝΕΣ

Ζει σε θαμνώδεις εκτάσεις, βραχώδεις πλαγιές ψηλών βουνών και κράσπεδα δασών, συνήθως σε υψόμετρο πάνω από 800 μ. Αποφεύγει πυκνά δάση και προτιμά κράσπεδα δάσους με ανοιχτές περιοχές, ποολίβαδα και αραιούς χαμηλούς θαμνότοπους. Η περιοχή ενδημίας ενός ζευγαριού κυμαίνεται από 0,1 έως 1 km².

2.3.7 ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΣΗ

Η ορεινή Πέρδικα υλοποιεί μικρές μετακινήσεις κατά τη διασπορά των νεοσσών, αλλά είναι ενδημικό είδος στην Ελλάδα. Συχνά παρατηρούνται εποχιακές μετακινήσεις. Την άνοιξη και το καλοκαίρι προτιμούν τις εκτάσεις με μεγαλύτερο υψόμετρο, ενώ το χειμώνα, όταν παρατηρείται παρατεταμένη χιονοκάλυψη στις αλπικές εκτάσεις, μετακινούνται σε μικρότερα υψόμετρα και μπορούν να βρεθούν ακόμα και στις παρυφές των οικισμών.

2.3.8 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο πληθυσμός του είδους θεωρείται στην Ευρώπη μειούμενος, ενώ υπολογίζεται σε λιγότερα από 78.000 ζευγάρια. Σύμφωνα με το “Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας” (Λεγάκης, 2009) ο αναπαραγωγικός πληθυσμός του είδους κυμαίνεται μεταξύ 7.000-13.000 ζευγαριών, ενώ πρόσφατα δημοσιευμένη μελέτη εκτιμά τον αριθμό τους στα 121.000 ζευγάρια στην Ελλάδα, ο οποίος παραμένει σταθερός τα τελευταία επτά χρόνια.

2.3.9 ΚΥΡΙΟΤΕΡΕΣ ΑΠΕΙΛΕΣ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ

Η εγκατάλειψη των ορεινών αγροτικών καλλιεργειών και η μείωση της εκτατικής κτηνοτροφίας, επέφερε αλλαγή στη σύνθεση και τη δομή των φυτοκοινωνιών, με αποτέλεσμα οι πληθυσμοί της ορεινής Πέρδικας να χάσουν μέρος του κατάλληλου ενδιαιτήματός τους. Σημαντική αρνητική επίδραση στους πληθυσμούς της Πέρδικας ασκούν και οι εδαφόβιοι άρπαγες (ικτίδες, αλεπού).

2.3.10 ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Η μεταφορά της έναρξης της θηρευτικής περιόδου του είδους κατά 15 ημέρες (από 15 Σεπτέμβρη σε 1η Οκτώβρη) φαίνεται να έχει θετική επίδραση για το είδος, καθώς τα νεαρά άτομα έχουν επαρκώς αναπτύξει τους αμυντικούς μηχανισμούς διαφυγής. Οι κυνηγετικές οργανώσεις, σε ετήσια βάση, προβαίνουν σε ειδικές σπορές και στη δημιουργία τεχνητών θέσεων παροχής νερού, στους βιότοπους της ορεινής Πέρδικας.

2.3.11 ΕΧΘΡΟΙ –ΑΜΥΝΑ

Κύριοι φυσικοί εχθροί είναι το κουνάβι, η αλεπού και τα αρπακτικά πτηνά. Σε έρευνα που έγινε στην Ιταλία αποδείχθηκε ότι οι περισσότερες απώλειες, σε απελευθερωμένες ορεινές πέρδικες εκτροφείου οφείλονταν στην αλεπού η οποία εκπαιδεύεται στο πώς να επιτίθεται στις πέρδικες. Οι απώλειες από αρπακτικά πτηνά παρουσίαζαν αύξηση την περίοδο του Φθινοπώρου.

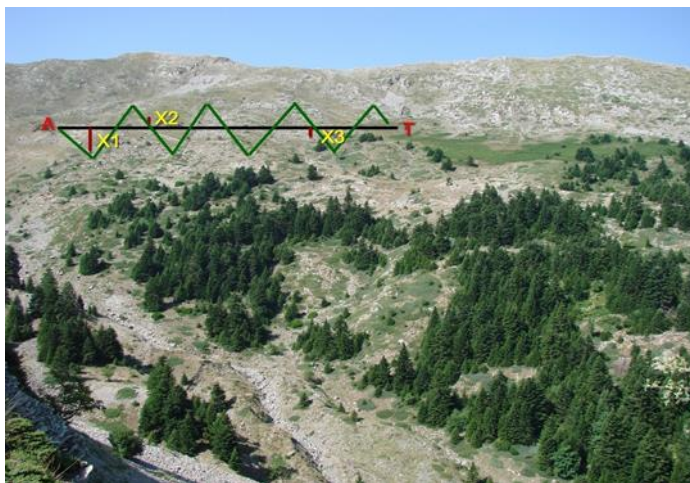
Ο πληθυσμός των περδίκων μπορεί επίσης να υποστεί μεγάλες απώλειες και από αβιοτικούς παράγοντες, όπως οι αιφνίδιες αλλαγές του καιρού, ιδιαίτερα κατά την εποχή της αναπαραγωγής και της ανατροφής των νεοσσών (Perpas, 2003).

Η διαφυγή της Πέρδικας είναι ένα από σημαντικότερα προσόντα της. Χρησιμοποιεί περισσότερο τα πόδια για τη διαφυγή και την απομάκρυνσή της από τα ενοχλήματα των εχθρών της. Το πέταγμά της επί το πλείστον είναι προμελετημένο, κάνει λίγα βηματάκια μέσα στους γνωστούς της διαδρόμους, διαλέγει το σημείο εκτίναξης, βάζοντας πίσω της το προπέτασμα και πετά. Το πέταγμα διαφυγής της, το κανονίζει ανάλογα με την κατάσταση. Σιγανό, αθόρυβο και πονηρό ή το κάνει τρανταχτό και ορμητικό μεγάλης ταχύτητας, για να τρομάξει τους εχθρούς της.

2.4 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ALECTORIS GRAECA (ΠΕΡΔΙΚΑ)

2.4.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΕΔΙΟΥ

Η παρακολούθηση του πληθυσμού της πετροΠέρδικας (*Alectoris graeca*) στην Στερεά Ελλάδα ξεκίνησε το 2005 ως ένα συνεχές πρόγραμμα έρευνας χρηματοδοτούμενο αποκλειστικά και μόνο από την Δ' Κυνηγετική Ομοσπονδία Στερεάς Ελλάδας. Τα στοιχεία που παρουσιάζονται εδώ είναι για τα πρώτα επτά έτη του προγράμματος (2005-2011). Συνολικά μελετήθηκαν 64 γραμμικές διαδρομές, οι οποίες βρίσκονται μέσα στη περιφέρεια της Στερεάς Ελλάδας, σε περιοχές που επιτρέπεται το κυνήγι, αλλά και σε περιοχές που απαγορεύεται η κυνηγετική δραστηριότητα. Οι επιφάνειες έχουν κατανεμηθεί σε όλη την περιοχή μελέτης, τόσο σε γεωγραφικό πλάτος όσο και σε υψόμετρο. Το μήκος της κάθε διαδρομής ήταν ένα χιλιόμετρο. Οι γραμμικές διαδρομές δεν μεταβλήθηκαν κατά τη διάρκεια των επτά ετών της μελέτης. Η παρακολούθηση διεξήχθη σύμφωνα με την μέθοδο των γραμμικών διαδρομών (Buckland, 2001), με τη χρήση κυνηγετικών σκύλων δεικτών (Sara, 1989; Cattadori et al., 2003; Besnard et al., 2010). Κάθε χρόνο πραγματοποιούνται δύο μετρήσεις σε κάθε γραμμική διαδρομή.



Εικόνα 3: Γραμμική διαδρομή

Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο εβδομάδων του Μαρτίου, επειδή εκείνη την περίοδο ο σχηματισμός των ζευγαριών της Πέρδικας έχει ολοκληρωθεί και ξεκινά η περίοδος της αναπαραγωγής.

Η δεύτερη γίνεται κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων εβδομάδων του Αυγούστου, γιατί εκείνη την περίοδο η εποχή αναπαραγωγής είναι στην κορύφωσή της και είναι η καλύτερη στιγμή για να γίνει η καταγραφή του αριθμού των νεοσσών της νέας χρονιάς (Manios, 2002).

Κατά τις μετρήσεις, ένας θηροφύλακας περπατάει τη γραμμική διαδρομή και με έναν σκύλο δείκτη και μερικές φορές συμμετέχει και δεύτερος θηροφύλακας. Όταν ξεπετάγονται οι πέρδικες, γίνεται η καταγραφή της κάθετης απόστασης του ατόμου από την γραμμική διαδρομή. Μαζί με τον αριθμό των ατόμων που εντοπίζεται κάθε φορά, καταγράφεται επίσης ο αριθμός των ζευγών κατά τη διάρκεια του Μαρτίου (Εικόνα 3) και ο αριθμός των ατόμων ανά κοπάδι κατά το μήνα Αύγουστο (Buckland, 2001). Επιπλέον, ο αριθμός των ενηλίκων και νεαρών σημειώνεται επίσης κατά τη διάρκεια ή στα τέλη του καλοκαιριού.

2.4.2 ΧΩΡΙΚΑ ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Για την υλοποίηση αυτής της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν πληθυσμιακά δεδομένα από τη βάση δεδομένων της Δ΄ Κυνηγετικής Ομοσπονδίας Στερεάς Ελλάδας η οποία εμπλουτίζεται ετησίως από δεδομένα πεδίου του προγράμματος «Πληθυσμιακή πυκνότητα και τάσεις της Πέρδικας (*Alectoris graeca graeca*) στη Στερεά Ελλάδα». Η βάση δεδομένων έχει τη μορφή πίνακα με 64 γραμμές, δηλαδή όσες και οι γραμμικές διαδρομές που μελετήθηκαν, και 25 στήλες εκ των οποίων η πρώτη στήλη περιέχει τον αύξοντα αριθμό της επιφάνειας, η δεύτερη το όνομα του παρατηρητή, η τρίτη και η τέταρτη στήλη περιέχουν τις συντεταγμένες της αρχής της κάθε διαδρομής, η πέμπτη και έκτη στήλη περιέχουν τις συντεταγμένες του τέλους της κάθε διαδρομής, η έβδομη και όγδοη στήλη περιλαμβάνει το τοπωνύμιο της περιοχής στην οποία βρίσκεται η γραμμική διαδρομή και στην όγδοη στήλη περιλαμβάνεται η πλησιέστερη πόλη ή χωριό στη γραμμική διαδρομή. Η ένατη στήλη περιέχει την πληροφορία εάν η γραμμική διαδρομή βρίσκεται σε περιοχή που απαγορεύεται το κυνήγι ή όχι με αντίστοιχη κωδικοποίηση 0 (απαγορεύεται το κυνήγι) και 1 (επιτρέπεται το κυνήγι). Αμέσως μετά ακολουθούν οι στήλες με τα πληθυσμιακά δεδομένα. Για κάθε έτος υπάρχουν 2 στήλες στις οποίες καταχωρείται ο αριθμός των ατόμων που καταγράφηκαν στο πεδίο την περίοδο της άνοιξης και την περίοδο του καλοκαιριού αντίστοιχα (Πίνακας 1.)

Πίνακας 1: Αποψη της βάσης πληθυσμιακών δεδομένων Πέρδικας (*Alectoris graeca*)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Α/Α	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ	Y1	Y2	Y3	Y4	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	Περιοχή	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0	Χριστιάδα	282338.4020	4295653.7050	282876.3420	4294712.4480	Εσκοφο Αιγινίου	Αιγινίου	0	0	999	0	0	0	999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	Χριστιάδα	287969.4820	4297374.6480	286746.8920	4297944.1530	Κυνηγιό	Αιγινίου	1	999	999	2	6	3	999	2	5	1	6	1	4	1	1	1	1
2	Στεργιάδα	423860.5400	4302178.7500	424441.4400	4301361.0600	Γυμνάσιον Τελέθριου	Αιθιούς	1	2	3	3	3	2	0	0	0	2	3	2	0	2	0	2	0
3	Κούμας	509974.7160	4242004.7170	508998.3330	4242224.8390	Αργυρώ	Αιθιούς_3	0	999	999	999	999	999	999	999	999	999	13	25	14	27	15	18	16
4	Κούμας	511835.3140	4238944.1050	511414.4280	4238031.8570	Αργυρώ Πρ. κήλας	Αιθιούς_4	1	999	999	999	999	999	999	999	999	8	25	9	27	5	10	8	27
5	Κακιά	381967.4110	4236065.1390	381891.1420	4237062.5370	Καλύβριον-Αρσινόη	Αμφικλεία_5	0	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	1	3	2	3	0
6	Μπεχλιό	269205.5730	4321231.0430	268871.0140	4322174.4240	Κανάλα	Αμφικλεία	0	999	999	11	30	11	999	20	23	11	23	21	28	16	20	15	20
7	Μπεχλιό	280564.6050	4317215.6460	281404.9960	4316673.3990	Τράκιλο	Αμφικλεία	1	999	999	8	34	15	28	15	32	11	23	12	16	14	21	13	8
8	Μπεχλιό	343487.9460	42743710.1760	343474.7140	42743704.9400	Κοκκινότσι (Αν. Ριθιμίου)	Αμφικλεία	0	999	999	1	11	9	999	5	14	0	0	0	0	0	0	0	0

Για την ευκολότερη διαχείριση των δεδομένων αλλά και του γεγονότος ότι στο λογισμικό της μέγιστης εντροπίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο σημειακά δεδομένα

και όχι γραμμικά, αποφασίστηκε η μετατροπή των γραμμικών διαδρομών σε σημειακές. Έτσι με το εργαλείο lines to point μετατράπηκαν οι γραμμές σε σημεία, ακριβώς στο κέντρο της κάθε γραμμής.

2.5 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ - ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΥΠΟΒΑΘΡΩΝ

Εδώ περιγράφονται οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και οι εργασίες προετοιμασίας αυτών για τη μοντελοποίηση της εξάπλωσης της πέρδικας στη Στερεά Ελλάδα.

Στόχος της προετοιμασίας (προ-επεξεργασίας) των γεω-χωρικών δεδομένων είναι η αναγωγή τους σε κοινό σύστημα συντεταγμένων και η προσαρμογή τους, ώστε να έχουν την ίδια έκταση και ανάλυση. Όλες οι διαδικασίες έγιναν σε περιβάλλον Γεωγραφικού Πληροφοριακού Συστήματος (GIS). Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ArcGIS (ver. 10.1).

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται περιληπτικά για κάθε ένα περιβαλλοντικό παράγοντα το είδος των δεδομένων (διανυσματικό ή πλεγματικό) καθώς και η πηγή προέλευσής του ενώ αναλυτικά η περιγραφή καθενός ακολουθεί στις επόμενες ενότητες.

Πίνακας 3: Περιβαλλοντικοί παράγοντες χωρικής εξάπλωσης της Πέρδικας.

Περιβαλλοντικοί Παράγοντες	Πηγή χαρτογραφικών δεδομένων	Μορφή και ανάλυση
Χρήσεις γης – κάλυψη γης	Corine Land Cover	Vector
Μέση ετήσια βροχόπτωση	Μοντέλο WorldClim μέσος όρος των ετών αναφοράς 1950-2000	Raster, 846μ
Υψόμετρο (Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους)	Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) v4.1	Raster, 84μ
Προσανατολισμός	Επεξεργασία των υψομέτρων που δίνονται στο Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) v4.1	Raster, 84μ
Κλίση	Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους SRTM http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp	Raster, 84μ
Δείκτης τραχύτητας εδάφους	Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους SRTM http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp	Raster, 84μ
Δείκτης βλάστησης NDVI Αυγούστου 2010	Προϊόν δορυφόρου e- modis	Raster 250 μ
Δείκτης βλάστησης NDVI Μαρτίου 2010	Προϊόν δορυφόρου e- modis	Raster 250 μ
Απόσταση από υδρογραφικό δίκτυο	Αρχείο Shapefile από την ιστοσελίδα geodata.gov.gr	Vector
Απόσταση από οικισμούς	Αρχείο Shapefile από την ιστοσελίδα geodata.gov.gr	Vector
Απόσταση από οδικό δίκτυο	Αρχείο Shapefile από την ιστοσελίδα geodata.gov.gr	Vector

2.5.1 ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ

Η κάλυψη γης επιλέχθηκε γιατί παίζει πολύ μεγάλο ρόλο στην άγρια πανίδα και κατ'επέκταση στη Πέρδικα. Η σημαντικότητα έγκειται στο γεγονός ότι η κάλυψη προσφέρει στη Πέρδικα κάλυψη από τους άρπαγες, επίσης προσφέρει τροφή ενώ ταυτόχρονα η πυκνότητα και το ύψος της καθορίζουν την θέση φωλεοποίησης.

Τα διανυσματικά δεδομένα της κάλυψης γης Corine Land Cover 2000, μετατράπηκαν σε μορφή Raster με μέγεθος κελιού 250x250 μέτρα καθώς και σε μορφή ascii. Το σύστημα συντεταγμένων των δεδομένων είναι το ΕΓΣΑ87, ενώ με την εντολή 'Clip' αφαιρέσαμε από όλο το χάρτη της Ελλάδας μόνο την περιφέρεια της Στερεάς Ελλάδας.

2.5.2 ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ

Η βροχόπτωση αυξάνει τα διαθέσιμα νερού για το εξεταζόμενο είδος, κάτι που είναι καθοριστικό για την επιβίωσή του, αλλά και για την αναπαραγωγική επιτυχία, ειδικά κατά την περίοδο του καλοκαιριού.

Ως δεδομένα του κλίματος χρησιμοποιήθηκαν η μέση μηνιαία βροχόπτωση από τα αποτελέσματα του μοντέλου WorldClim (δηλαδή, ο μέσος όρος των ετών αναφοράς 1950-2000). Ανακτήθηκαν από τη διαδικτυακή πύλη <http://www.worldclim.org/current>. Τα στάδια προεπεξεργασίας των δεδομένων ήταν τα παρακάτω:

- i. Μετατροπή του προβολικού συστήματος από WGS84 σε ΕΓΣΑ87.
- ii. Αποκοπή της περιοχής ενδιαφέροντος από το ευρύτερο σετ της νοτιο-ανατολικής Ευρώπης (εντολή 'Clip raster'). Ως έκταση του νέου θεματικού χάρτη ορίστηκε η ίδια με το διανυσματικό αρχείο του Corine LC. Για την ομοιομορφία των δεδομένων το μέγεθος κελιού (cell size) μετατράπηκε σε 250x250 και το τελικό αρχείο μετατράπηκε και σε μορφή ascii.

2.5.3 ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ (DEM)

Το υψόμετρο είναι ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του βιοτόπου της Πέρδικας. Οι βιότοποι της Πέρδικας είναι πάνω από 400 μέτρα υψόμετρο.

Η βασική πηγή δεδομένων για το υψόμετρο υπήρξε το Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) DEM v4.1 (ανακτήθηκε από την σελίδα <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>). Τα δεδομένα αυτά είχαν ανάλυση

περίπου 84 μέτρων με το εργαλείο του ArcMap resampling η ανάλυσή τους μετατράπηκε σε 250x250 μέτρα με την εντολή resampling από το λογισμικό ArcGIS.

Τα στάδια προεπεξεργασίας των δεδομένων ήταν:

- i. η συνένωση των τμημάτων που περιέχουν το σύνολο της Στερεάς Ελλάδας
- ii. η μετατροπή τους στο ελληνικό προβολικό σύστημα (ΕΓΣΑ87)
- iii. η αποκοπή τους στην έκταση του διανυσματικού αρχείου της περιφέρειας της Στερεάς Ελλάδας

Για την ομοιομορφία των δεδομένων το μέγεθος κελιού (cell size) μετατράπηκε σε 250x250 μ. και το τελικό αρχείο μετατράπηκε και σε μορφή ascii.

2.5.4 ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ (ΕΚΘΕΣΗ)

Η οικολογική σημασία του προσανατολισμού μιας περιοχής συνδέεται με την ηλιοφάνεια και τους επικρατούντες ανέμους. Στην ανάλυσή μας χρησιμοποιήθηκε το ΨΜΕ του SRTM. Για τη δημιουργία του χάρτη των εκθέσεων εφαρμόστηκε η επεξεργασία 'aspect' του ArcGIS. Στη συνέχεια, από τον προσανατολισμό δημιουργήθηκαν οι θεματικοί χάρτες 'Northness' και 'Eastness' βάσει των ακόλουθων σχέσεων:

$$\text{northness} = \cos(\text{aspect} * \pi / 180)$$

$$\text{eastness} = \sin(\text{aspect} * \pi / 180)$$

Για την ομοιομορφία των δεδομένων το μέγεθος κελιού (cell size) μετατράπηκε σε 250x250 μέτρα και το τελικό αρχείο μετατράπηκε και σε μορφή ascii.

2.5.5 ΚΛΙΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η κλίση του εδάφους είναι άλλος ένας από τους οικολογικούς παράγοντες που παίζουν ρόλο στην κατανομή της Πέρδικας.

Η κλίση εκφράζεται ως η γωνία που σχηματίζει η επιφάνεια του εδάφους με το οριζόντιο επίπεδο και μετράται σε μοίρες (°). Στην ανάλυση των 84 μέτρων η καλύτερη

ακρίβεια προέρχεται από τα δεδομένα του SRTM. Για την ομοιομορφία των δεδομένων το μέγεθος κελιού (cell size) μετατράπηκε σε 250x250 μ. και το τελικό αρχείο μετατράπηκε και σε μορφή ascii.

2.5.6 ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η απόσταση από το υδρογραφικό δίκτυο επηρεάζει τη κατανομή της Πέρδικας γιατί από αυτό εξαρτάται η ευκολία ή η δυσκολία εύρεσης νερού.

Η απόσταση από το υδρογραφικό δίκτυο έγινε με τον υπολογισμό της ευκλείδειας απόστασης από αυτά (Euclidean distance). Δύο αρχεία χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της Ευκλείδειας απόστασης, ένα αρχείο με το υδρογραφικό δίκτυο και ένα σημειακό αρχείο των γραμμικών διαδρομών (οι οποίες έχουν μετατραπεί σε σημειακές). Το αποτέλεσμα έχει εξαχθεί σε μορφή Raster και σε μορφή ascii. Για την ομοιομορφία των δεδομένων το μέγεθος κελιού (cell size) μετατράπηκε σε 250x250 μ. και το τελικό αρχείο μετατράπηκε και σε μορφή ascii.

2.5.7 ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η απόσταση από το οδικό δίκτυο ελήφθη υπόψη για να δούμε κατά πόσο η εύκολη και γρήγορη πρόσβαση στη περιοχή μπορεί να προκαλέσει όχληση στο είδος και κατ' επέκταση να επηρεάσει την κατανομή του.

Η απόσταση από το οδικό δίκτυο έγινε με τον υπολογισμό της ευκλείδειας απόστασης από αυτά (Euclidean distance). Δύο αρχεία χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της Ευκλείδειας απόστασης, ένα αρχείο με το οδικό δίκτυο και ένα σημειακό αρχείο των γραμμικών διαδρομών (οι οποίες έχουν μετατραπεί σε σημειακές). Το αποτέλεσμα έχει εξαχθεί σε μορφή Raster και σε μορφή ascii. Για την ομοιομορφία των δεδομένων το μέγεθος κελιού (cell size) μετατράπηκε σε 250x250 μ. και το τελικό αρχείο μετατράπηκε και σε μορφή ascii.

2.5.8 ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΟΙΚΙΣΜΟΥΣ

Η απόσταση από τους οικισμούς έγινε με τον υπολογισμό της ευκλείδειας απόστασης από αυτούς (Euclidean distance). Δύο σημειακά αρχεία χρησιμοποιήθηκαν για

τον υπολογισμό της Ευκλείδειας απόστασης, ένα αρχείο με τους οικισμούς της Στερεάς Ελλάδας και ένα σημειακό αρχείο των γραμμικών διαδρομών (οι οποίες έχουν μετατραπεί σε σημειακές). Το αποτέλεσμα έχει εξαχθεί σε μορφή Raster και σε μορφή ascii. Για την ομοιομορφία των δεδομένων το μέγεθος κελιού (cell size) μετατράπηκε σε 250x250 μ. και το τελικό αρχείο μετατράπηκε σε μορφή ascii.

2.5.9 ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Ο δείκτης τραχύτητας του εδάφους παίζει σημαντικό ρόλο, γιατί από αυτόν εξαρτάται η ευκολία ή η δυσκολία εύρεσης τροφής από τα ζώα, καθώς επίσης και η ανάπτυξη της βλάστησης (Bragin et al 2013). Στην παρούσα μελέτη ο δείκτης τραχύτητας προέκυψε από την επεξεργασία δύο χαρτών, της κλίσης και της έκθεσης.

- Ο χάρτης των κλίσεων (slope) όπου με την εντολή reclassify κατηγοριοποιήθηκε σε κλάσεις κλίσεων (Bragin et al 2013)
- Ο χάρτης των εκθέσεων (aspect) όπου με την εντολή reclassify κατηγοριοποιήθηκε σε κλάσεις εκθέσεων. (Bragin et al 2013)

Οι δύο νέοι χάρτες επεξεργάστηκαν με το Spatial Analyst > Neighborhood > focal statistics

Ορίσαμε το Neighborhood ως 'circle'; radius = 3; units = map; and statistical type = standard deviation (STD) για την κλίση και ως «ποικιλία» για την έκθεση.

Από τα αρχεία που προέκυψαν υπολογίστηκε ο δείκτης τραχύτητας του εδάφους με τον τύπο:

$$SARI = \frac{(STDEV Slope) \times \text{Variety of Aspect}}{(STDEV Slope) + \text{Variety of Aspect}}$$

Για την ομοιομορφία των δεδομένων το μέγεθος κελιού (cell size) μετατράπηκε σε 250x250 μ. και το τελικό αρχείο μετατράπηκε σε μορφή ascii.

2.6 ΧΩΡΙΚΗ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΗΣΗ MORAN

Οι δείκτες που χρησιμοποιούνται για τη διάγνωση επιδράσεων δευτέρου βαθμού σκοπό έχουν να μετρήσουν την εξάρτηση των τιμών μιας μεταβλητής στον χώρο. Ο σημαντικότερος δείκτης αυτού του είδους είναι ο Moran . Ο μαθηματικός τύπος του δείκτη προσομοιάζει του συντελεστή συνδιακύμανσης δύο μεταβλητών. Για έναν τυποποιημένο, κατά γραμμές, πίνακα εγγύτητας W , ο δείκτης είναι:

$$I = \frac{y'Wy}{y'y}$$

Ο δείκτης έχει χρησιμοποιηθεί ευρύτατα σαν μέτρο της αυτοσυσχέτισης μιας μεταβλητής στον χώρο, που είναι γνωστή σαν χωρική αυτοσυσχέτιση (spatial autocorrelation) (Moran, 1948; Cliff and Ord, 1981). Πρόσφατα έγινε σαφές ότι ο δείκτης είναι μία έκφραση της γραμμικής συνδιακύμανσης μεταξύ των τιμών μιας μεταβλητής y και της μεταβλητής Wy , που δημιουργείται από τους σταθμικούς μέσους των γειτονικών τιμών για κάθε πολύγωνο.

2.7 ΧΩΡΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΟΛΗ

Ως χωρική παρεμβολή (interpolation), καλείται η διαδικασία μέσω της οποίας προβλέπονται οι τιμές συγκεκριμένων ιδιοτήτων, σε θέσεις που δεν έχουν καταγραφεί χρησιμοποιώντας τιμές των ιδιοτήτων αυτών, σε θέσεις που υπάρχουν δεδομένα. Με την παρεμβολή, αυτά τα δεδομένα που έχουμε στη διάθεση μας από σημειακές παρατηρήσεις, μετατρέπονται σε συνεχή πεδία (continuous fields) (Burrough & McDonnell, 1998). Η παρεμβολή θεωρείται αναγκαία όταν:

> Η επιφάνεια που μελετάται έχει διαφορετική ευκρίνεια (spatial resolution), μέγεθος κυψελίδας ή προσανατολισμό από αυτά που απαιτούνται. Παράδειγμα αποτελεί η μετατροπή σκαναρισμένων εικόνων (π.χ. έγγραφα, αεροφωτογραφίες ή εικόνες δορυφορικής τηλεπισκόπησης) από ένα δικτυωτό πλέγμα με δεδομένο μέγεθος και προσανατολισμό σε άλλο.

> Όταν μια συνεχής επιφάνεια αντιπροσωπεύεται από ένα μοντέλο δεδομένων διαφορετικό από αυτό που απαιτείται. Παράδειγμα αποτελεί ο μετασχηματισμός μιας συνεχούς επιφάνειας από ένα είδος πλεγματικής αναπαράστασης σε άλλο π.χ. από TIN ή από πολύγωνα διανυσματικού μοντέλου σε κανονικό τετραγωνικό πλέγμα.

> Όταν τα δεδομένα που έχουμε δεν καλύπτουν όλη την περιοχή που μελετάται, δηλαδή προκύπτουν από δειγματοληψία

Η διαδικασία της παρεμβολής βρίσκει έρεισμα σε δύο βασικές υποθέσεις:

- Η πρώτη θεωρεί την επιφάνεια που εκφράζει το υπό εξέταση χαρακτηριστικό ως συνεχή και επομένως η τιμή σε κάθε θέση μπορεί να υπολογιστεί αν υπάρχουν ικανοποιητικά στοιχεία για την εν λόγω επιφάνεια.

- Η δεύτερη υπόθεση αφορά την ύπαρξη χωρικής εξάρτησης μεταξύ των τιμών του υπό εξέταση χαρακτηριστικού.

Οι μέθοδοι της χωρικής παρεμβολής χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες. Στις μεθόδους τοπικών εκτιμήσεων, στις μεθόδους γενικευμένων εκτιμήσεων και στις γεωστατικές μεθόδους εκτιμήσεων .

2.7.1 ΓΕΩΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ (KRIGING)

Η μέθοδος kriging αναπτύχθηκε στις αρχές της δεκαετίας του '50 από το μηχανικό ορυχείων Krige (1951), με σκοπό την πρόγνωση της περιεκτικότητας σε μέταλλευμα μιας περιοχής εξόρυξης, αξιοποιώντας μεμονωμένες μετρήσεις περιεκτικότητας σε συγκεκριμένα σημεία. Η περιεκτικότητα αυτή μοντελοποιείται ως μια στοχαστική συνάρτηση στις τρεις διαστάσεις, δηλαδή ως ένα τυχαίο πεδίο (random field) σύμφωνα με την πιο σύγχρονη ορολογία. Ο γενικότερος χαρακτήρας της Kriging ως μεθόδου πρόγνωσης ενός τυχαίου πεδίου αναγνωρίστηκε από τον Matheron (1962) ο οποίος μελέτησε τα λεπτά μαθηματικά προβλήματα που σχετίζονται με τον απειροδιάστατο χαρακτήρα του άγνωστου τυχαίου πεδίου. Έτσι, αργότερα η μέθοδος βρήκε εφαρμογή και σε άλλα προβλήματα πρόγνωσης, όπως αυτά της υδρολογίας (Γκριτζάπη, 2011).

Όμως, παρόμοια προβλήματα πρόγνωσης τυχαίων πεδίων ή στοχαστικών συναρτήσεων (stochastic processes), όρος που επεκράτησε για συναρτήσεις του χρόνου, είχε ήδη μελετηθεί ανεξάρτητα, τόσο από τον Kolmogorov (1941), όσο και από τον Wiener (1949), ώστε να μπορούμε να μιλούμε για μία συγκροτημένη θεωρία πρόγνωσης τυχαίων πεδίων των Wiener – Kolmogorov.

Στην γεωδαισία, μια παρόμοια μέθοδος εισήχθη από τον Moritz (Γκριτζάπη, 2011), για την πρόγνωση του πεδίου βαρύτητας, αλλά αναλύθηκε διεξοδικά από τον Krugov (1969), ο οποίος επιπλέον κατέδειξε τη σχέση με το ντετερμινιστικό πρόβλημα παρεμβολής μιας αρμονικής συνάρτησης δυναμικού έλξης, η οποία ανήκει σε ένα χώρο συναρτήσεων Hilbert με αναπαραγωγό πυρήνα (reproducing kernel). Η σχετική μεθοδολογία ονομάστηκε σημειακή προσαρμογή (collocation). Παρά την παρουσία ενός απειροδιάστατου πεδίου σε κάθε εφαρμογή, το πρόβλημα μπορεί να αναχθεί σε ένα κλασσικό πρόβλημα στατιστικής πρόγνωσης, με πεπερασμένες διαστάσεις, στα πλαίσια του λεγομένου μοντέλου τυχαίων επιδράσεων (random effects model), επειδή ο αριθμός των δεδομένων είναι πεπερασμένος, αλλά και η ίδια η πρόγνωση του άγνωστου τυχαίου πεδίου μπορεί να αντιμετωπισθεί ως πρόβλημα πρόγνωσης μίας τιμής του σε οποιοδήποτε σημείο του πεδίου ορισμού του. Παρ' όλες τις ομοιότητες με τη γενικότερη θεωρία πρόγνωσης των

Wiener-Kolmogorov, η μέθοδος Kriging έχει μια σημαντική διαφορά, στο ότι χρησιμοποιεί τη συνάρτηση του ημιβαριόγραμματος (variogram) στη θέση της συνάρτησης συμμεταβλητότητας (covariance function) του σχετικού τυχαίου πεδίου. Από θεωρητική σκοπιά η επιλογή αυτή επεκτείνει την εφαρμοσιμότητα της Kriging και σε τυχαία πεδία, τα οποία διαθέτουν ημιβαριόγραμμα αλλά όχι συνάρτηση συμμεταβλητότητας. Η ευρύτητα αυτή του πεδίου εφαρμογής είναι όμως ασήμαντη από πρακτική σκοπιά, όπου πλέον σημαντική είναι η δυνατότητα πρόγνωσης, όταν το τυχαίο πεδίο έχει σταθερή μεν αλλά άγνωστη συνάρτηση μέσης τιμής, ενώ οι άλλες μέθοδοι προϋποθέτουν γνώση της σταθερής μέσης τιμής. (Γκριτζάπη, 2011).

Η παρεμβολή Kriging συνιστά μια γεωστατιστική μέθοδο εκτίμησης που στηρίζεται στις υπολογιζόμενες παραμέτρους των στατιστικών μοντέλων (βαριόγραμματα) για την αμερόληπτη και βέλτιστη (Καλύβας, 1989) εκτίμηση των regionalized μεταβλητών σε θέσεις που δεν υπάρχουν δεδομένα, χρησιμοποιώντας το σύνολο των τιμών και τις πληροφορίες που μας παρέχει το βαριόγραμμα (Burrough & McDonnell, 1998).

Το πλεονεκτήμα της μεθόδου Kriging έναντι των άλλων μεθόδων χωρικής παρεμβολής, έγκειται στο γεγονός ότι η Kriging μέθοδος έχει την ικανότητα αφενός μεν σε σημεία όπου υπάρχει συσσώρευση δεδομένων, την αποφυγή της μεροληπτικής εκτίμησης, αφετέρου δε, να παρέχει ένα μέτρο της ακρίβειας των προβλέψεων για την επιφάνεια που υπολογίστηκε.

Η διαδικασία περιλαμβάνει τον υπολογισμό ενός βέλτιστου συνδυασμού σταθμικών συντελεστών (weights) για κάθε μια από τις γνωστές τιμές κατά τέτοιο τρόπο ώστε το άθροισμα των γινομένων να δίνει αμερόληπτη εκτίμηση της προσδιοριζόμενης τιμής, καθώς και η προσδιοριζόμενη διακύμανση να είναι η ελάχιστη δυνατή (Καλύβας, 1989).

Η γενική σχέση που προσπορίζει την τιμή μιας ιδιότητας Z σε μια θέση s_0 δίνεται από την σχέση:

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(s_i)$$

Όπου λ_i : οι σταθμικοί συντελεστές (τα βάρη).

$\hat{Z}(s_0)$: η εκτιμώμενη τιμή στη θέση s_0 .

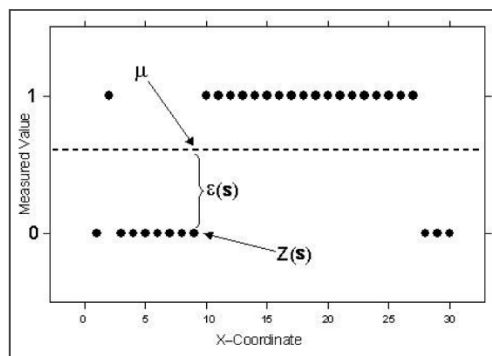
$Z(s_i)$: οι άγνωστες τιμές στην υπό εξέταση ιδιότητα.

> **Ordinary Kriging**

Η μέθοδος Ordinary Kriging είναι ο συνηθέστερα χρησιμοποιούμενος τύπος. Είναι ένας τρόπος χωρικής παρεμβολής κατά τον οποίο κάθε τιμή είναι μέσος όρος με βάρη των τιμών των παρατηρήσεων στην περιοχή όπου ανήκει (Κόλλια-Κουσούρη, 2000). Η εφαρμογή του έγκειται στην υπόθεση ενός σταθερού αλλά άγνωστου μέσου όρου μ . Η Ordinary Kriging στηρίζεται στην χωρική εξίσωση:

$$Z(s) = \mu + \varepsilon(s)$$

Όπου: μ : είναι ο μέσος όρος,
 $Z(s)$: είναι η συνάρτηση με τα χαρακτηριστικά της εσωτερικής σταθερότητας.



Εικόνα 5: Μοντέλο Ordinary Kriging

Όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο της θεωρίας της περιφερειακής μεταβλητής, η τιμή μιας μεταβλητής (χωρικής) μπορεί να εκφραστεί ως άθροισμα των συνιστωσών

1. Μας συνιστώσας που έχει σταθερό μέσο (στην προκειμένη το μ ο μέσος όρος)
2. Μιας χωρικά συσχετισμένης συνιστώσας, γνωστής ως διακύμανση

Η διακύμανση προκύπτει από την αφαίρεση της τιμής του μέσου όρου μ , που είναι σταθερός για ολόκληρη την περιοχή (Cressie, 1993), από τις παρατηρούμενες τιμές σε κάθε σημείο του χώρου μελέτης.

Οι παραπάνω εκτιμήσεις αποτελούν ένα γραμμικό συνδυασμό της μορφής:

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(s_i)$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$$

Όπου. $Z(s_0)$: η εκτιμώμενη τιμή στη θέση s_0

$\hat{Z}(s_0)$: η εκτιμώμενη τιμή στη θέση s_0 .

$Z(s_i)$: οι άγνωστες τιμές στην υπό εξέταση ιδιότητα

λ_i : οι σταθμικοί συντελεστές (τα βάρη)

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} \text{VAR} [Z(s) - Z(s + h)]$$

Όπου $Z(s)$ και $Z(s + h)$ απέχουν μεταξύ τους απόσταση h , όπου το διάνυσμα h ονομάζεται και «χρονική καθυστέρηση» (lag)

> Simple kriging

Η μέθοδος Simple Kriging είναι από μαθηματικής απόψεως ο πιο απλός τύπος. Η Simple Kriging στηρίζεται στην χωρική εξίσωση:

$$Z(s) = \mu + \varepsilon(s)$$

Η υπόθεση που στηρίζει την εφαρμογή του είναι ότι το μ είναι γνωστό και σταθερό για όλη την περιοχή μελέτης. Επειδή όμως η υπόθεση αυτή είναι πολύ περιοριστική και σχεδόν απαγορευτική για δεδομένα από το φυσικό περιβάλλον, εφαρμόζεται συχνότερα η Ordinary Kriging στην οποία χρησιμοποιείται ένας τοπικός μέσος όρος (ο μέσος των σημείων από τα οποία υπολογίζεται η τιμή σε μια νέα θέση) .

2.7.2 ΠΑΡΕΜΒΟΛΗ CO-KRIGING

Η μέθοδος αυτή αποτελεί επέκταση της μεθόδου Kriging. Η Co-Kriging, χρησιμοποιεί πληροφορίες από διάφορους τύπους μεταβλητών. Έτσι λοιπόν, η χρήση των δευτερευόντων μεταβλητών που σχετίζονται με την κύρια μεταβλητή ενδιαφέροντος έχει ως στόχο την καλύτερη δυνατή εκτίμηση της πρόβλεψης (ESRI-Using ArcGIS Geostatistical Analyst, 2001).

Υπάρχουν περιπτώσεις, όπου μια μεταβλητή δεν έχει μετρηθεί σε μεγάλο αριθμό θέσεων και τότε, οι εκτιμήσεις που θα προκύψουν δεν θα είναι στατιστικά αποδεκτές. Σ' αυτές τις περιπτώσεις η μέθοδος Co-Kriging βοηθά αποτελεσματικά λαμβάνοντας υπόψη τιμές από τη χωρική μεταβολή μεταβλητών (οι οποίες συσχετίζονται στατιστικά με την κύρια μεταβλητή) των οποίων ο αριθμός των θέσεων είναι ικανοποιητικός (Καλύβας, 1989).

Μέσω της Co-Kriging μεθόδου, η τιμή της μεταβλητής U (με ελάχιστες τιμές) στη θέση χ_0 , υπολογίζεται ως η σταθμισμένη μέση τιμή των τιμών από γνωστές θέσεις της συμμεταβλητής W . Έστω λοιπόν k οι τιμές της και n οι θέσεις των τιμών της. Η τιμή της μεταβλητής U στη θέση χ_0 εκτιμάται από την εξίσωση:

$$\hat{Z}_U(\chi_0) = \sum_{k=1}^W \sum_{i=1}^{n_w} \lambda_{ik} Z(\chi_{ik})$$

Για όλα τα W_k

Για την αποφυγή των λαθών οι σταθμικοί συντελεστές (τα βάρη) θα πρέπει να ικανοποιούν τις παρακάτω συνθήκες:

$$\sum_{i=1}^{n_w} \lambda_{ik} = 1 \quad \text{για } W = U$$

$$\sum_{i=1}^{n_w} \lambda_{ik} = 0 \quad \text{για } W_k \neq U$$

Η πρώτη συνθήκη υπονοεί ότι πρέπει να υπάρχει μια παρατήρηση ως ελάχιστη της μεταβλητής U για να είναι δυνατό το Co-Kriging.

Υπάρχει μια εξίσωση για κάθε συνδυασμό θέσης και μεταβλητής για να εκτιμηθεί η τιμή της μεταβλητής j στη θέση χ_0 . Η εξίσωση για τη θέση g της μεταβλητής k δίνεται από:

$$\sum_{j=1}^W \sum_{i=1}^{n_w} \lambda_{ij} \gamma_{ij}(\chi_{ij}, \chi_{gk}) + m_k = \gamma_{jW}(X_0, X_{gk})$$

Για όλα τα g από 1 έως n_w και για όλα τα k από το 1 έως το W , όπου m_k είναι ο συντελεστής lagrange. Οι παραπάνω εξισώσεις δημιουργούν το σύστημα Co-Kriging (Burrough & McDonnell, 1998).

Η Co-Kriging μέθοδος έχει νόημα μόνο αν οι τιμές δυο διαφορετικών μεταβλητών έχουν συλλεχθεί από διαφορετικά σημεία. Ειδάλλως, οι εκτιμήσεις του Co-Kriging δεν θα διαφέρουν από εκείνες του Kriging (Burrough & McDonnell, 1998).

2.8 ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΝΤΡΟΠΙΑΣ ΣΤΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ

Η βασική ιδέα των μοντέλων στη γεωγραφική κατανομή των ειδών, προκύπτει από τον ορισμό της θέσης των ειδών, που είναι ο συνδυασμός των συνθηκών του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο ένα είδος μπορεί να διατηρήσει τον πληθυσμό χωρίς τη μετανάστευση (Yun-Sheng et al., 2007). Διαφορετικοί αλγόριθμοι προσομοίωσης έχουν διερευνήσει τη σύνδεση της εμφάνισης των ειδών και των περιβαλλοντικών δεδομένων, το οποίο μεταφράζεται γεωγραφικά σε χάρτες κατανομής των ειδών. Οι αλγόριθμοι είναι: η Λογιστική Παλινδρόμηση (Logistic Regression (LG)), τα Δέντρα Ταξινόμησης και Παλινδρόμησης (Classification and Regression Tree (CART)), ο Γενετικός Αλγόριθμος πρόβλεψης (Genetic Algorithm for Rule-Set Prediction. GARP) (Stockwell and Peterson. 2002) και η μέθοδος της Μέγιστης Εντροπίας (Maximum Entropy method) (Elith et al., 2002. Mingyang et al., 2008).

Γενικά, η μέθοδος της Μέγιστης Εντροπίας παρουσιάζει πολλά θετικά χαρακτηριστικά (Phillips et al., 2006). Τα πλεονεκτήματα που έχει είναι τα εξής:

- (1) Απαιτεί μόνο δεδομένα παρουσίας, σε συνδυασμό με περιβαλλοντική πληροφορία για ολόκληρη την περιοχή μελέτης.
- (2) Μπορεί να αξιοποιήσει συνεχή είτε κατηγορικά δεδομένα και να ενσωματώσει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ διαφορετικών μεταβλητών.
- (3) Έχουν αναπτυχθεί αποτελεσματικοί ντετερμινιστικοί αλγόριθμοι, έτσι ώστε είναι εγγυημένος ο προσδιορισμός της βέλτιστης (με μέγιστη εντροπία) κατανομής πιθανοτήτων.
- (4) Η κατανομή πιθανοτήτων Maxent έχει ένα συνοπτικό μαθηματικό ορισμό και επιδέχεται ανάλυση.
- (5) Το over-fitting μπορεί να αποφευχθεί με τη χρήση regularization.
- (6) Το αποτέλεσμα του μοντέλου είναι ένα συνεχές αρχείο ascii, που επιτρέπει διαφορετικές κατηγοριοποιήσεις για τον προσδιορισμό της καταλληλότητας σε διάφορες περιοχές.
- (7) Το Maxent είναι μια παραγωγική (generative) και όχι διακριτή (discriminative) προσέγγιση, το οποίο είναι σημαντικό πλεονέκτημα όταν τα δεδομένα είναι περιορισμένα.

Η μέθοδος της Μέγιστης Εντροπίας έχει αποδειχθεί ότι δίνει τις καλύτερες προβλέψεις, σε σχέση με τις άλλες μεθόδους μοντελοποίησης (Yun-Sheng et al., 2007; Mingyang et al., 2008). Ο αλγόριθμος Maxent εφαρμόζεται στο πρόγραμμα MaxEnt (Phillips et al., 2006) (http://www.cs.prmcetonedu/schapiro_maxent/). Ειδικότερα, το Maxent

υπολογίζει την ομοιόμορφη κατανομή σε σχέση με μια σειρά περιορισμών (Philips et al., 2006; Phillips and Dudik, 2008). Το μοντέλο δίνει συνεχή αποτελέσματα για την περιοχή της μελέτης και τα αποτελέσματα, που κυμαίνονται από 0 έως 1, απεικονίζουν την πιθανότητα της κατανομής του είδους (Philips et al, 2006), αποδίδονται δε και σε χάρτες που προβλέπουν τη γεωγραφική κατανομή των ειδών. Το αποτέλεσμα πρόβλεψης του Maxent αξιολογείται χρησιμοποιώντας το κατώτατο όριο της ανεξάρτητης δοκιμής (threshold-independent test). Η δοκιμή αυτή εφαρμόζεται με τη χρήση των δεικτών λειτουργικών χαρακτηριστικών καμπυλών (Receiver Operating Characteristic, ROC), (Zweig and Cambell, 1993).

Η δοκιμή ROC βασίζεται στην περιοχή κάτω από την καμπύλη (area under the curve. AUC), η οποία παρέχει ένα ενιαίο μέτρο της απόδοσης του μοντέλου (Hanley and McNeil, 1982). Η τιμή της καμπύλης AUC υπολογίζεται από την περιοχή ευαισθησίας (sensitivity) του ROC (αληθινές θετικό κλάσμα) κατά 1 μείον την ειδικότητα (specificity, ψευδώς θετικό κλάσμα) (Swets, 1988). Οι περιοχές τιμών της AUC έχουν εύρος από 0.5 (τυχαία ακρίβεια), έως τη μέγιστη τιμή 1 (άριστη ακρίβεια). Όσο υψηλότερη είναι η τιμή της AUC, τόσο ισχυρότερη είναι η σχέση μεταξύ της γεωγραφικής θέσης και των περιβαλλοντικών μεταβλητών, οπότε το μοντέλο έχει την καλύτερη απόδοση. Το προσδιοριζόμενο επίπεδο σημαντικότητας (P-τιμές ή P-values) υπολογίζεται με βάση τη μηδενική υπόθεση και τα δεδομένα των δοκιμών που προβλέπονται είναι καλύτερα από μια τυχαία πρόβλεψη (Γκαντζούρα, 2011).

Προκειμένου να καθοριστεί ποιες μεταβλητές συμβάλλουν περισσότερο στην ανάπτυξη του μοντέλου, το πρόγραμμα Maxent εκτελεί τις δοκιμές jackknife, κατά τις οποίες το πρόγραμμα θα εκτελεστεί πολλές φορές με: 1) τη χρήση όλων των μεταβλητών, 2) την απομάκρυνση μιας μεταβλητής κάθε φορά και 3) χρησιμοποιώντας μόνο μία μεταβλητή κάθε φορά. Οι μεταβλητές που παράγουν την υψηλότερη ή τη χαμηλότερη τιμή «εκπαίδευσης», όταν μείνουν· έξω από το μοντέλο θεωρούνται ότι είναι οι πιο σημαντικές μεταβλητές. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του Maxent είναι ότι τα δεδομένα της «παρουσία-μόνο» των ειδών, δείχνουν την γεωγραφική κατανομή του είδους ενώ τα άλλα μοντέλα απαιτούν δεδομένα για την «παρουσία» και την «απουσία» των ειδών (Γκαντζούρα, 2011).

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ

Η μοντελοποίηση της γεωγραφικής κατανομής έγινε με τη χρήση του αλγόριθμου της μέγιστης εντροπίας που έχει ενσωματωθεί στο πρόγραμμα Maxent (Phillips et al., 2006). Το πρόγραμμα Maxent αναπτύσσει μοντέλα κατανομής των ειδών χρησιμοποιώντας δεδομένα της παρουσίας των ειδών και περιβαλλοντικών στοιχείων (Phillips et al., 2004; Phillips et al., 2006; Phillips και Dudik, 2008). Το Maxent έχει χρησιμοποιηθεί για μια σειρά μελετών και έχει αποδειχθεί ότι είναι ένα πρόγραμμα μοντελοποίησης υψηλών επιδόσεων (Elith et al., 2006; Yung-Shen et al., 2007; Mingyang et al., 2008; Γκαντζούρα, 2011).

Σε γενικές γραμμές, ο αλγόριθμος χρησιμοποιεί δύο ανεξάρτητα σύνολα που απαιτούνται για την ανάπτυξη και τη δοκιμή του προτύπου την «εκπαίδευση» (training gain) και τον «έλεγχο» των δεδομένων (Fielding, 1997). Επιπλέον, το Maxent σε σύγκριση με άλλα μοντέλα αποδίδει καλύτερα με μικρό μέγεθος δείγματος (Phillips et al., 2006). Στην παρούσα μελέτη όλες οι τοποθεσίες της παρατήρησης χρησιμοποιήθηκαν για «εκπαίδευση» και η ακρίβεια βασίστηκε στα ίδια σημεία που χρησιμοποιήθηκαν για την «εκπαίδευση» του μοντέλου (Negga, 2007). Σε μελέτες βρέθηκε ότι η ακρίβεια των μοντέλων ήταν καλύτερη, όταν χρησιμοποιήθηκαν 50 σημεία εγγραφών στο λογισμικό GARP (Stockwell and Peterson, 2002; Γκαντζούρα, 2011). Έχει αποδειχθεί ότι ο ελάχιστος αριθμός των εγγραφών που απαιτούνται για την ακριβή μοντελοποίηση με το Maxent είναι περίπου οι 15 (Papes and Baubert, 2007). Ωστόσο, οι Pearson et al., (2007) διαπίστωσαν ότι μοντέλα που κατασκευάζονται με μόνο 5 εγγραφές, έδειξαν κάποια στατιστική σημαντική χρήση του Maxent.

2.8.2 ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ MAXENT

Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης, η αξιοπιστία των προβλέψεων (AUC values, για τα μοντέλα maxent), αλλά και η σημαντικότητα των περιβαλλοντικών παραγόντων (συσχέτιση) στις προβλέψεις που παρουσιάζονται για το είδος.

Η αρχή της αξιολόγησης είναι με λίγα λόγια η εξής: Για κάθε σημείο μπορούν να υπολογιστούν δύο τιμές με βάση το αποτέλεσμα του μοντέλου, μία αληθινά θετική (true positive) και μία ψευδώς θετική τιμή (false positive) οι οποίες σχεδιάζονται σε ένα διάγραμμα (ROC - Receiver Operating Characteristic). Το μέτρο αξιολόγησης των μοντέλων μετράει την επιφάνεια κάτω από αυτή την καμπύλη AUC (Area Under Curve). Ένα ακόμα

στοιχείο αξιολόγησης είναι η συσχέτιση (correlation) που εμφανίζουν τα δεδομένα των ειδών με τις παραμέτρους που εισάγουμε.

Η αξιολόγηση της αξιοπιστίας γίνεται με βάση 10000 τυχαία σημεία

Σε όλα τα αποτελέσματα παρατίθεται το στατιστικό AUC (Area Under Curve)

- $AUC \leq 0.6$ fail (αποτυχία αξιόπιστης πρόβλεψης)
- $0.6 < AUC < 0.7$ is poor (ασθενής)
- $0.7 < AUC < 0.8$ is fair (ικανοποιητική)
- $0.8 < AUC < 0.9$ is good (καλή)
- $AUC \geq 0.90$ is excellent (πολύ καλή έως τέλεια διάκριση)

ΕΝΟΤΗΤΑ 3 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 ΜΗ ΧΩΡΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Συνεχίζοντας την επεξεργασία των δεδομένων κρίθηκε απαραίτητο η διερεύνηση κάποιων βασικών αρχικών στατιστικών αποτελεσμάτων. Έτσι λοιπόν υπολογίστηκαν για το σύνολο των ετών παρατήρησης για κάθε επιφάνεια μονομεταβλητά μεγέθη (μέσος όρος, τυπική απόκλιση, ελάχιστη και μέγιστη τιμή) του πληθυσμού των ατόμων Πέρδικας που καταγράφηκαν ανά θέση δειγματοληψίας για την άνοιξη και για το καλοκαίρι. Τα αποτελέσματα για την περίοδο της άνοιξης παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 ενώ στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται για την περίοδο του καλοκαιριού.

Πίνακας 2. Μονομεταβλητά μεγέθη του πληθυσμού της Πέρδικας για την περίοδο της άνοιξης.

Πίνακας 2 Μη χωρική στατιστική ανάλυση δεδομένων της περιόδου της Άνοιξης όλων των ετών

Κωδικός Επιφάνειας	N (αρ. Ετών)	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
0	8	0	0	.00	.000
1	7	1	3	1.57	.787
2	8	0	3	1.88	.835
3	4	13	16	14.50	1.291
4	4	5	9	7.50	1.732
5	3	0	2	1.00	1.000
6	7	11	21	15.00	4.282
7	7	8	15	12.57	2.507
8	8	0	20	5.50	6.481
9	6	0	19	5.00	7.321
10	8	0	0	.00	.000
11	8	0	2	1.38	.916
12	3	3	17	9.00	7.211
13	6	3	6	4.83	1.169
14	7	0	4	2.43	1.618
15	3	0	2	.67	1.155
16	7	2	12	6.43	3.457
17	7	2	6	3.71	1.380
18	7	0	6	3.57	2.573
19	8	0	5	1.75	1.832
20	8	0	4	1.25	1.488
21	8	0	4	1.75	1.669
22	8	3	8	6.25	1.753
23	7	7	13	10.29	2.628
24	6	0	5	1.33	1.966
25	7	0	2	.86	1.069

26	8	3	30	8.88	9.062
27	8	0	4	1.75	1.282
28	8	0	7	4.75	2.866
29	8	0	5	2.63	1.685
30	8	1	5	3.25	1.389
31	8	4	6	5.25	.886
32	7	0	7	3.00	2.708
33	8	0	9	3.00	2.777
34	7	2	5	2.71	1.254
35	7	1	4	2.14	1.069
36	6	1	4	2.50	1.049
37	8	0	37	7.75	12.139
38	6	0	11	6.00	3.688
39	7	2	7	4.86	1.676
40	6	2	8	3.00	2.449
41	8	0	5	1.88	1.642
42	6	0	6	2.33	2.251
43	8	2	4	3.13	.835
44	8	2	6	3.75	1.581
45	2	2	5	3.50	2.121
46	8	2	6	5.00	1.309
47	6	0	0	.00	.000
48	8	2	7	2.75	1.753
49	7	8	34	14.43	9.467
50	7	0	9	4.57	3.309
51	8	2	19	9.25	4.862
52	5	7	18	9.80	4.658
53	4	0	5	2.75	2.217
54	3	2	5	3.67	1.528
55	8	10	20	13.88	3.796
56	8	4	10	5.25	2.121
57	7	2	5	3.43	1.134
58	8	2	9	4.38	2.326
59	8	0	8	2.88	2.532
60	6	0	6	3.00	2.366
61	4	1	10	5.75	4.924
62	8	0	5	1.00	1.773
63	8	0	4	1.50	1.604
64	7	0	3	1.71	1.113

Ο επόμενος πίνακας (Πίνακας 3) παρουσιάζει τα αποτελέσματα από την επεξεργασία των πληθυσμιακών δεδομένων όλων των ετών της περιόδου του Καλοκαιριού.

Πίνακας 3. Μονομεταβλητά μεγέθη του πληθυσμού της Πέρδικας για την περίοδο του καλοκαιριού.

Πίνακας 3 Μη χωρική στατιστική ανάλυση δεδομένων της περιόδου του Καλοκαιριού όλων των ετών

Κωδικός Επιφάνειας	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
0	6	0	0	.00	.000

1	6	1	6	4.50	1.871
2	8	0	3	1.13	1.553
3	4	18	27	22.50	4.203
4	4	10	27	22.25	8.221
5	3	3	8	4.67	2.887
6	6	20	30	24.00	4.147
7	7	5	34	22.71	10.029
8	8	0	35	15.25	10.687
9	6	5	21	10.17	5.913
10	7	0	0	.00	.000
11	8	7	24	14.13	5.222
12	5	7	50	25.80	16.843
13	6	9	15	12.17	2.137
14	7	0	10	4.86	2.968
15	3	0	11	3.67	6.351
16	7	8	45	20.86	13.247
17	7	4	18	9.71	5.314
18	7	0	7	3.29	2.563
19	8	0	17	10.75	5.497
20	8	0	12	4.13	4.257
21	8	0	12	4.25	4.833
22	8	11	27	17.50	5.928
23	7	22	50	35.57	11.588
24	8	0	9	2.88	3.603
25	7	0	6	2.29	2.628
26	8	17	85	36.75	25.274
27	8	2	19	11.88	6.402
28	8	3	41	20.63	14.071
29	8	7	32	17.38	9.576
30	8	4	22	13.88	6.813
31	8	11	24	17.38	4.138
32	7	0	15	8.29	5.314
33	8	0	27	11.00	9.856
34	6	0	20	8.00	7.155
35	8	2	14	4.75	3.845
36	7	1	8	3.14	2.340
37	8	0	27	7.00	9.134
38	7	9	21	13.14	4.525
39	7	5	24	15.29	7.588
40	6	6	10	7.67	1.633
41	8	6	17	9.63	3.583
42	7	0	19	9.71	7.761
43	8	0	9	4.25	2.816
44	8	0	15	6.38	5.878
45	4	4	30	19.75	11.442
46	8	3	15	9.25	3.955
47	7	0	0	.00	.000
48	8	2	9	4.38	2.875
49	8	10	77	34.75	25.477
50	7	4	25	11.71	8.341
51	8	22	70	45.63	14.976
52	5	28	46	36.60	7.861

53	5	0	11	4.80	4.494
54	5	2	22	7.60	8.385
55	8	13	48	31.13	13.010
56	8	10	24	16.88	4.704
57	8	9	24	16.63	4.809
58	8	16	29	22.00	4.928
59	8	0	35	14.50	12.340
60	8	1	23	9.75	6.563
61	4	6	20	11.75	6.021
62	8	0	8	2.63	2.925
63	8	0	7	2.88	2.416
64	8	0	5	2.13	1.642

Από τους παραπάνω πίνακες παρατηρούμε ότι ο μέσος όρος των επιφανειών το καλοκαίρι είναι αυξημένος αρκετά, σε σχέση με την άνοιξη, λόγω του γεγονότος ότι το καλοκαίρι έχει ολοκληρωθεί η αναπαραγωγή και τα νεαρά άτομα καταμετρώνται και αυτά από τον παρατηρητή στο πεδίο. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι η σημασία της τυπικής απόκλισης είναι μεγάλη, επειδή μετράει τη διασπορά των τιμών της μεταβλητής γύρω από τη μέση τιμή. Χάρη σε αυτή μπορούμε να διακρίνουμε αν οι τιμές της μεταβλητής απέχουν σημαντικά από τον μέσο όρο. Όσο μικρότερη είναι η τιμή της τυπικής απόκλισης, τόσο ο μέσος όρος αποτελεί αντιπροσωπευτικό στατιστικό μέτρο για την κατανομή της μεταβλητής.

Εξετάζοντας τις επιφάνειες διαχρονικά, υπολογίστηκε ο μέσος όρος μεταξύ των μετρήσεων της άνοιξης και του καλοκαιριού για κάθε έτος, με σκοπό να δούμε αν υπάρχει σταθερότητα των παρατηρούμενων ατόμων στις γραμμικές διαδρομές. Επειδή δεν υπήρχαν μετρήσεις σε όλες τις επιφάνειες για όλα τα έτη επιλέχθηκαν αυτές που είχαν μετρήσεις για όλα τα έτη. Παρατηρώντας τα διαγράμματα των επιφανειών που παρατίθενται στο Παράρτημα διαγραμμάτων και πινάκων, βλέπουμε ότι οι μέσοι όροι των παρατηρούμενων ατόμων, παρουσιάζουν μια σταθερότητα και σε μερικές περιπτώσεις μια πτώση. Σε καμία περίπτωση με μια τόσο απλή ανάλυση δεν μπορούμε να μιλήσουμε για πτώση ή αύξηση πληθυσμών στην περιοχή.

3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΕΙΚΤΗ MORAN

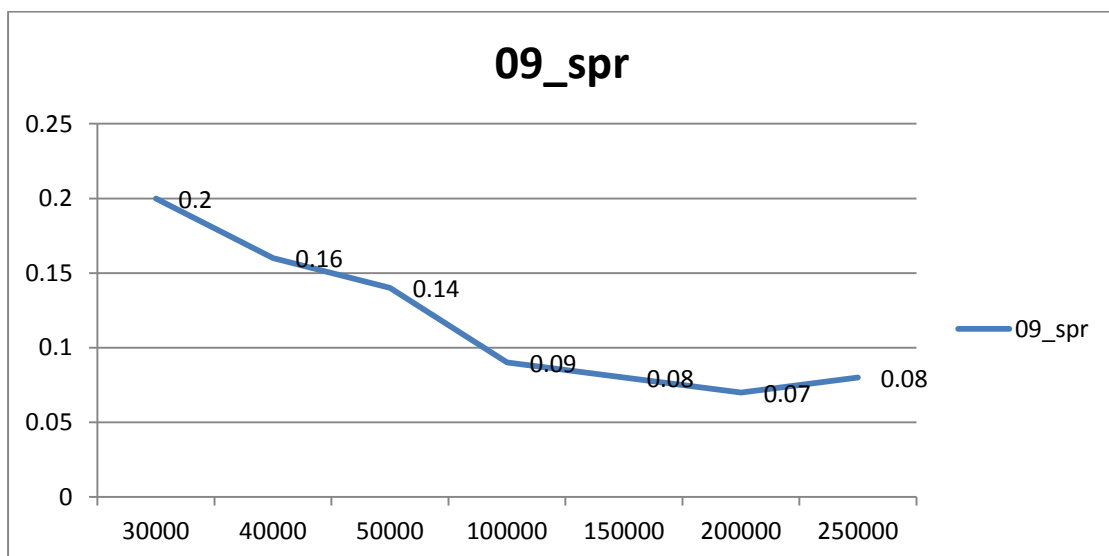
Οι τιμές που παίρνει ο δείκτης κυμαίνονται γύρω από το 0. Υπάρχουν επίσης μαθηματικοί τύποι που επιτρέπουν τον υπολογισμό ανώτατου και κατώτατου ορίου. Θετικές τιμές του δείκτη υποδεικνύουν θετική αυτοσυσχέτιση (positive autocorrelation) και αντιστοίχως αρνητικές τιμές δημιουργούν αρνητική αυτοσυσχέτιση (negative autocorrelation). Η ύπαρξη θετικής αυτοσυσχέτισης, που είναι και η περισσότερο

συνηθισμένη περίπτωση, υποδηλώνει ότι όμοιες τιμές της μεταβλητής παρουσιάζουν συγκέντρωση στον χώρο. Αντίθετα, αρνητική αυτοσυσχέτιση υποδηλώνει ότι μεγάλες τιμές της μεταβλητής συνορεύουν με μικρές τιμές.

Στους επόμενους πίνακες (Πίνακες 4 -9) παρουσιάζονται οι τιμές του δείκτη Moran για διάφορες αποστάσεις για κάθε έτος και για κάθε εποχή που μελετήθηκαν. Επίσης οι τιμές αυτές απεικονίσθηκαν και στα αντίστοιχα αυτοσυσχετογράμματα (autocorrelogram) που απεικονίζονται στα Διαγράμματα 1 -6.

Πίνακας 4: Δείκτες Morans για την Άνοιξη του 2009

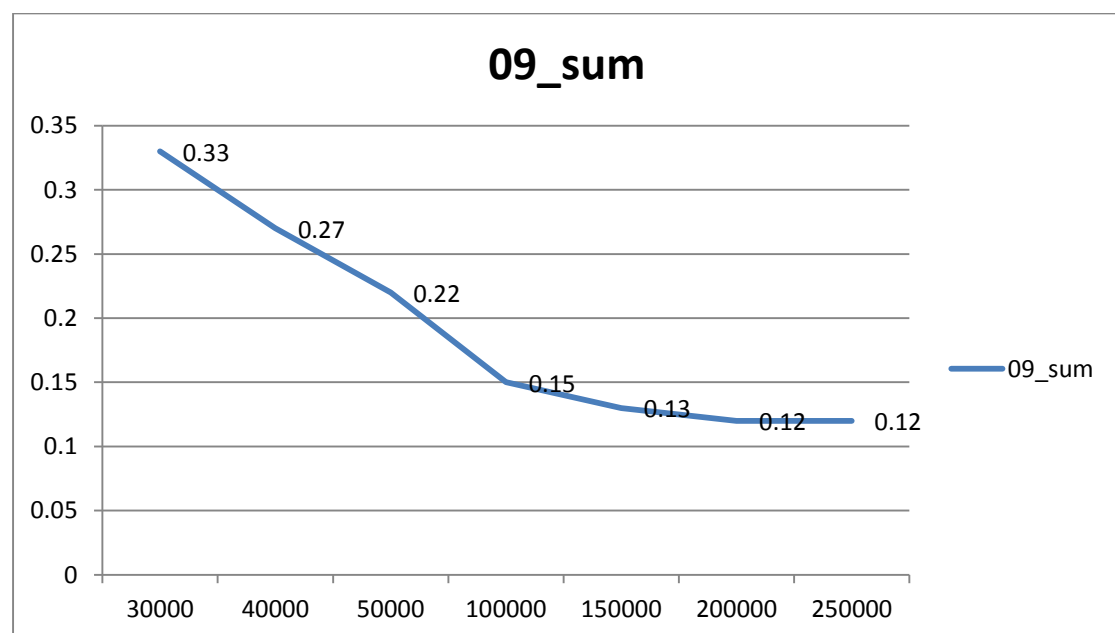
09_spr				
Απόσταση (m)	Morans	Zscore	p-Value	Παρατηρήσεις
30000	0.2	1.64	0.1	Για τον υπολογισμό δεν ελήφθη υπόψη ένα σημείο γιατί λόγω απόστασης δεν έχει γείτονες
40000	0.16	1.59	0.1	
50000	0.14	1.57	0.1	
100000	0.09	0.146	0.1	
150000	0.08	1.48	0.1	
200000	0.07	1.46	0.1	
250000	0.08	1.51	0.1	



Διάγραμμα 1: Διάγραμμα του δείκτη Moran για την Άνοιξη του 2009

Πίνακας 5: Δείκτες Morans για το Καλοκαίρι του 2009.

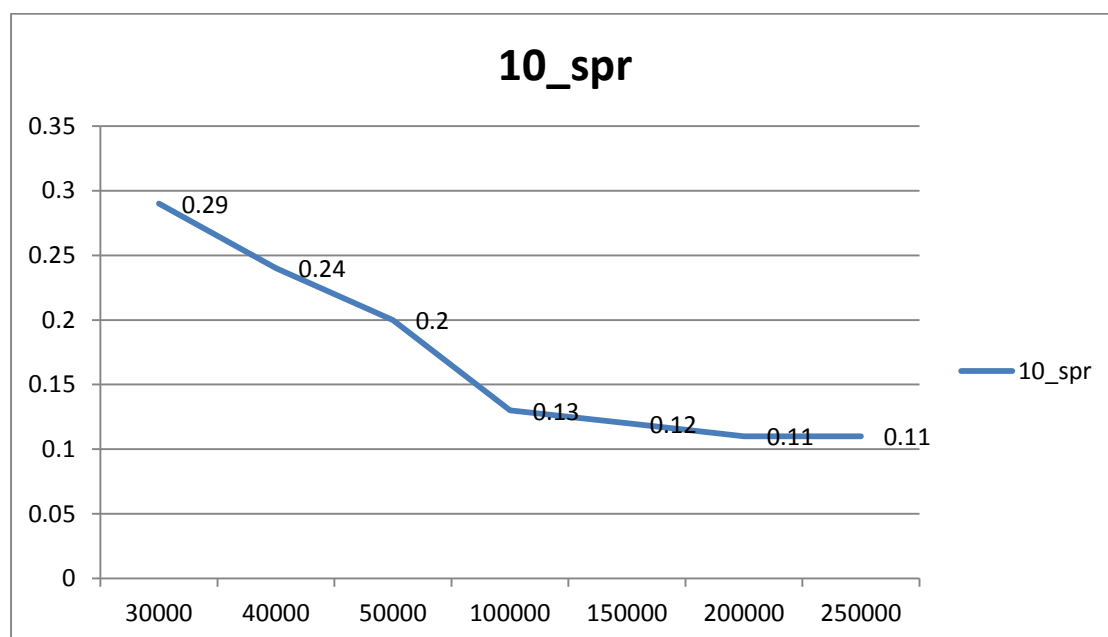
09_sum				
Απόσταση (m)	Morans	Zscore	p-Value	Παρατηρήσεις
30000	0.33	2.58	0.009	Για τον υπολογισμό δεν ελήφθη υπόψη ένα σημείο γιατί λόγω απόστασης δεν έχει γείτονες
40000	0.27	2.56	0.009	
50000	0.22	2.36	0.009	
100000	0.15	2.35	0.009	
150000	0.13	2.23	0.009	
200000	0.12	2.28	0.009	
250000	0.12	2.3	0.009	



Διάγραμμα2: Διάγραμμα του δείκτη Moran για το Καλοκαίρι του 2009.

Πίνακας 6: Δείκτες Morans για την Άνοιξη του 2010.

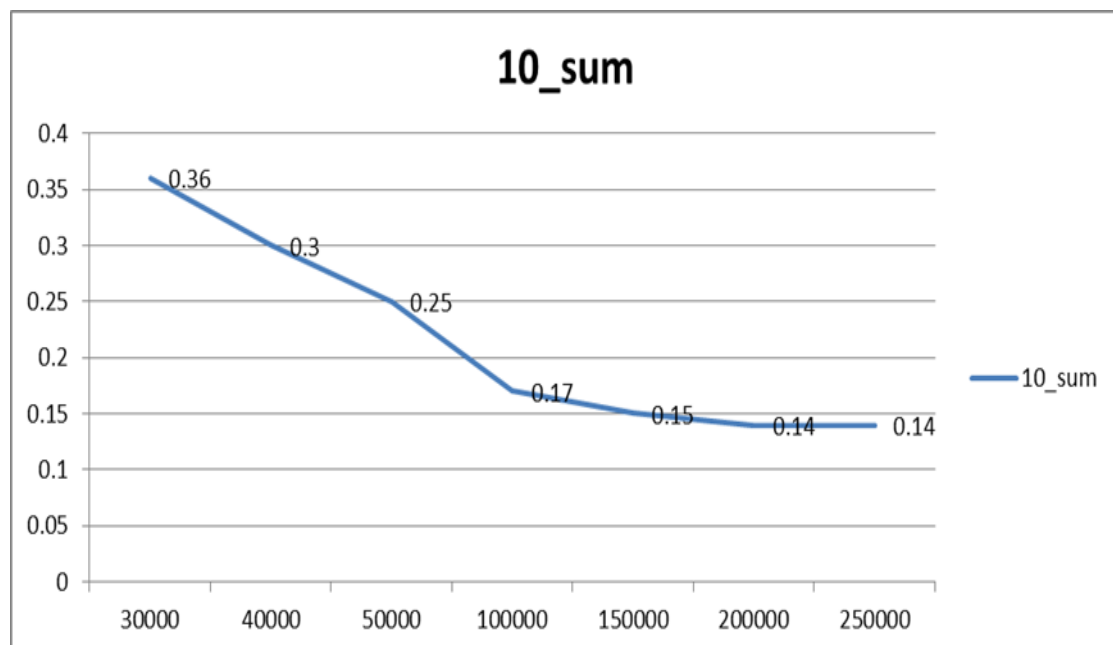
10_spr				
Απόσταση (m)	Morans	Zscore	p-Value	Παρατηρήσεις
30000	0.29	2.3	0.021	Για τον υπολογισμό δεν ελήφθη υπόψη ένα σημείο γιατί λόγω απόστασης δεν έχει γείτονες
40000	0.24	2.29	0.021	
50000	0.2	2.17	0.021	
100000	0.13	2.07	0.021	
150000	0.12	2.06	0.021	
200000	0.11	2.04	0.021	
250000	0.11	2.11	0.021	



Διάγραμμα 3: Διάγραμμα του δείκτη Moran για την Άνοιξη του 2010.

Πίνακας 7: Δείκτες Morans για το Καλοκαίρι του 2010

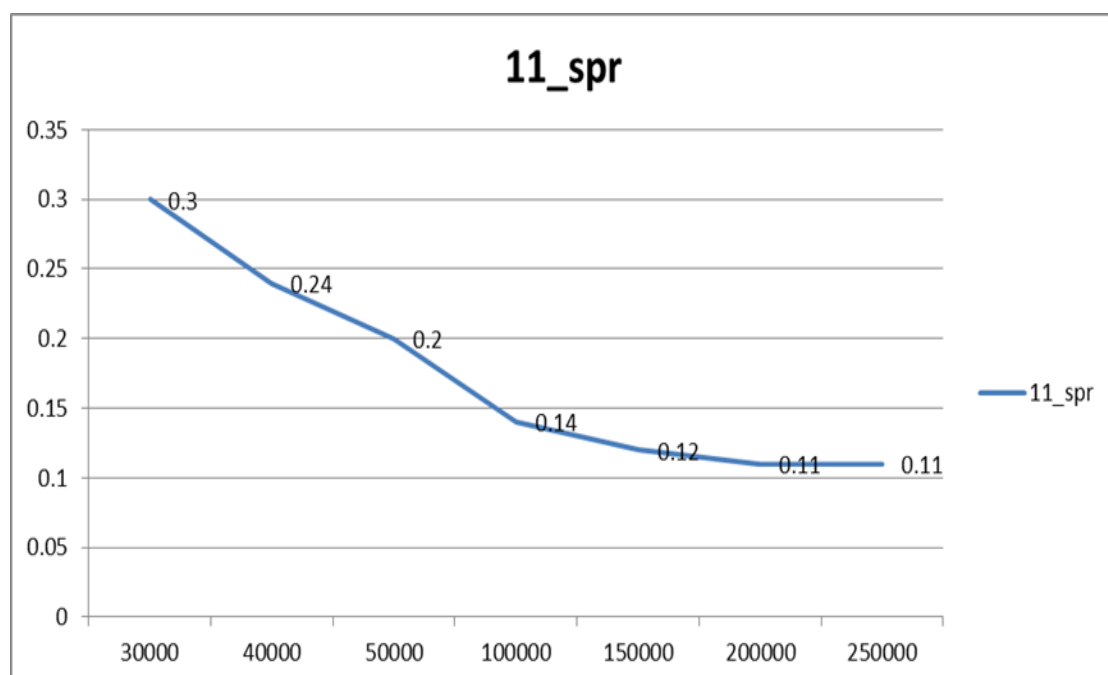
10_sum				
Απόσταση (m)	Morans	Zscore	p-Value	Παρατηρήσεις
30000	0.36	3.01	0.0025	Για τον υπολογισμό δεν ελήφθη υπόψη ένα σημείο γιατί λόγω απόστασης δεν έχει γείτονες
40000	0.3	3.05	0.0025	
50000	0.25	2.97	0.0025	
100000	0.17	2.91	0.0025	
150000	0.15	2.82	0.0025	
200000	0.14	2.85	0.0025	
250000	0.14	2.89	0.0025	



Διάγραμμα4: Διάγραμμα του δείκτη Moran για το Καλοκαίρι του 2010

Πίνακας 8: Δείκτες Morans για την Άνοιξη του 2011

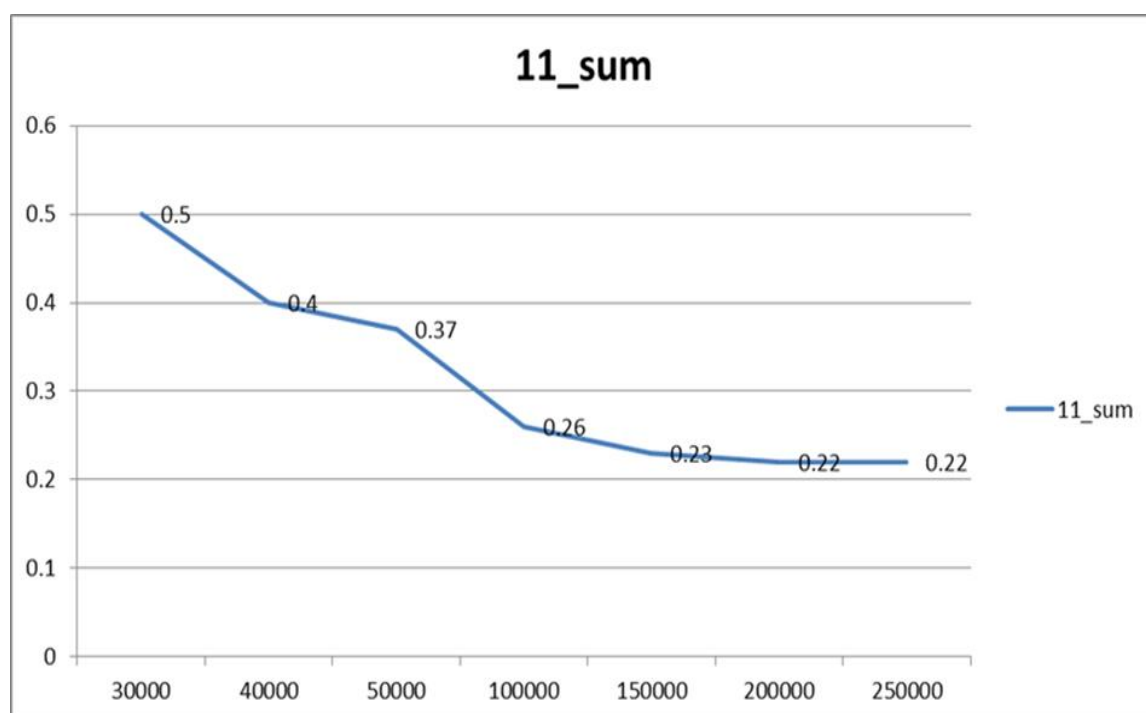
11_spr				
Απόσταση (m)	Morans	Zscore	p-Value	Παρατηρήσεις
30000	0.3	2.58	0.009	Για τον υπολογισμό δεν ελήφθη υπόψη ένα σημείο γιατί λόγω απόστασης δεν έχει γείτονες
40000	0.24	2.5	0.009	
50000	0.2	2.42	0.009	
100000	0.14	2.41	0.009	
150000	0.12	2.35	0.009	
200000	0.11	2.35	0.009	
250000	0.11	2.39	0.009	



Διάγραμμα5: Διάγραμμα του δείκτη Moran για την Άνοιξη του 2011

Πίνακας 9: Δείκτες Morans για το Καλοκαίρι του 2011

11_sum				
Απόσταση (m)	Morans	Zscore	p-Value	Παρατηρήσεις
30000	0.5	4.14	0.000034	Για τον υπολογισμό δεν ελήφθη υπόψη ένα σημείο γιατί λόγω απόστασης δεν έχει γείτονες)
40000	0.4	4.07	0.000034	
50000	0.37	4.22	0.000034	
100000	0.26	4.23	0.000034	
150000	0.23	4.19	0.000034	
200000	0.22	4.14	0.000034	
250000	0.22	4.15	0.000034	



Διάγραμμα6: Διάγραμμα του δείκτη Moran για το Καλοκαίρι του 2011

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι όλες οι περιπτώσεις αυτοσυσχέτισης είναι θετικές, γεγονός που σημαίνει ότι όμοιες τιμές της μεταβλητής παρουσιάζουν συγκέντρωση στο χώρο ή πιο συγκεκριμένα αυξημένος αριθμός ατόμων Πέρδικας. Όσο όμως αυξάνεται η απόσταση από τα 30000 μέτρα στα 250000 μέτρα, τόσο μειώνεται και η χωρική αυτοσυσχέτιση των σημείων.

3.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΝΤΡΟΠΙΑΣ

3.2.1 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

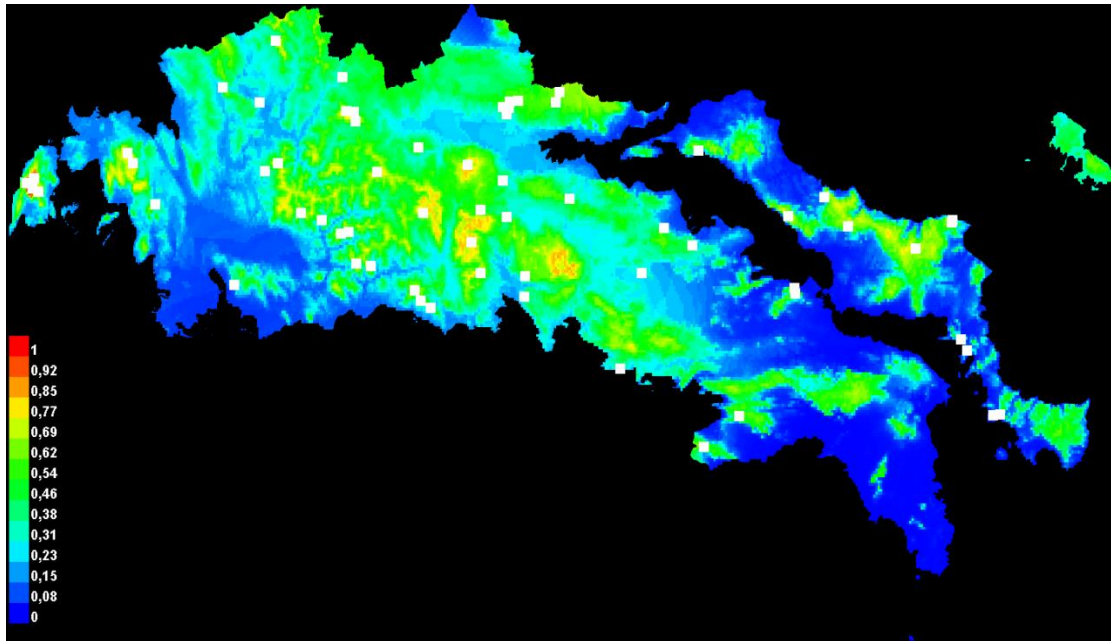
Η απόδοση του μοντέλου αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας το κατώτατο όριο της μεθόδου threshold που βασίζεται στην περιοχή κάτω από την καμπύλη (AUC: Area Under the Curve) του δείκτη της χαρακτηριστικής λειτουργίας της καμπύλης (ROC: Receiver Operating Characteristics Curve). Η τιμή της καμπύλης AUC υπολογίστηκε από την περιοχή ευαισθησίας του ROC (αληθινές θετικό κλάσμα) κατά 1 μείον την ειδικότητα (ψευδώς θετικό κλάσμα) (Swets, 1988). Οι περιοχές τιμών της AUC έχουν εύρος από 0.5 (τυχαία ακρίβεια) έως τη μέγιστη τιμή 1 (άριστη ακρίβεια).

Προκειμένου να καθοριστεί ποιες μεταβλητές συμβάλλουν περισσότερο στην ανάπτυξη του μοντέλου, το πρόγραμμα Maxent ορίστηκε να εφαρμόζει τις δοκιμές jackknife, κατά τις οποίες το πρόγραμμα θα εκτελεστεί πολλές φορές με: 1) τη χρήση όλων των μεταβλητών, 2) την απομάκρυνση μιας μεταβλητής κάθε φορά. και 3) χρησιμοποιώντας μία μόνο μεταβλητή κάθε φορά. Οι μεταβλητές που παράγουν την υψηλότερη ή τη χαμηλότερη τιμή «εκπαίδευσης», όταν μείνουν έξω από το μοντέλο, θεωρούνται, ως σημαντικές.

Κατά την πρώτη φάση ανάλυσης των δεδομένων παρουσίας-απουσίας, τα δεδομένα παρουσίας-απουσίας εισήχθησαν σε μορφή csv και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που λήφθηκαν υπόψη ήταν η μέση μηνιαία βροχόπτωση, από τα αποτελέσματα του μοντέλου WorldClim (δηλαδή, ο μέσος όρος των μηνών αναφοράς 1950-2000). Στην παρούσα μελέτη λήφθηκαν υπόψη και οι δώδεκα μήνες του χρόνου καθώς και η συνολική ετήσια βροχόπτωση.

Από την ανάλυση των δεδομένων από το πρόγραμμα προέκυψε ο παρακάτω χάρτης (Εικόνα 6), που δείχνει την εξάπλωση της Πέρδικας σε σχέση με τις βροχοπτώσεις ΜΟΝΟ. Τα πιο ζεστά χρώματα (κόκκινο) απεικονίζουν την αυξημένη πιθανότητα παρουσίας του

είδους στη περιοχή, σε σχέση με τη βροχόπτωση. Η πιθανότητα παρουσίας του είδους κυμαίνεται μεταξύ του 0 (χαμηλή πιθανότητα) μέχρι 1 (υψηλή πιθανότητα) εύρεσης του είδους (Εικόνα 6).



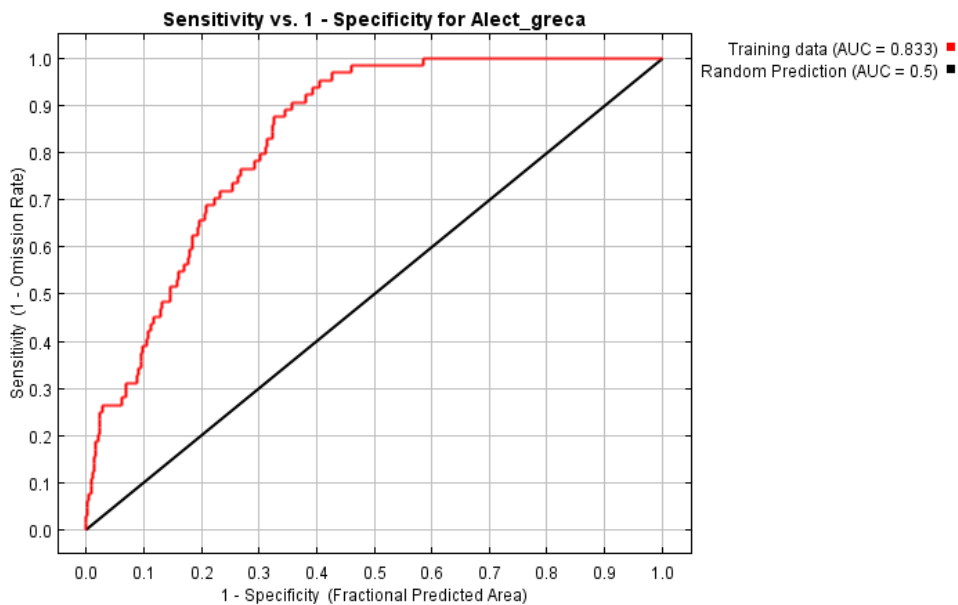
Εικόνα 6: Χάρτης MAXENT εξάπλωσης της Πέρδικας με βάση το μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης από το 1950-2000.

Η ανάλυση των μετεωρολογικών παραγόντων δείχνει (Πίνακας 10) ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν περισσότερο την εξάπλωση της Πέρδικας είναι οι βροχοπτώσεις του Ιανουαρίου (*prec1nom*) κατά 28%, οι βροχοπτώσεις του Αυγούστου κατά 15,6% (*prec8nom*), οι βροχοπτώσεις του Σεπτεμβρίου (*prec9nom*) κατά 11,5%, καθώς και οι συνολικές βροχοπτώσεις (*met_syn_prec*) κατά 19.5%. Ενώ αντιθέτως, οι βροχοπτώσεις των μηνών του Φεβρουαρίου, του Μαρτίου και του Μαΐου δεν επηρεάζουν σχεδόν καθόλου την εξάπλωση της Πέρδικας στη Στερεά Ελλάδα.

Πίνακας 10: Συμμετοχή των μετεωρολογικών παραγόντων στην εξάπλωση της Πέρδικας στη Στερεά Ελλάδα

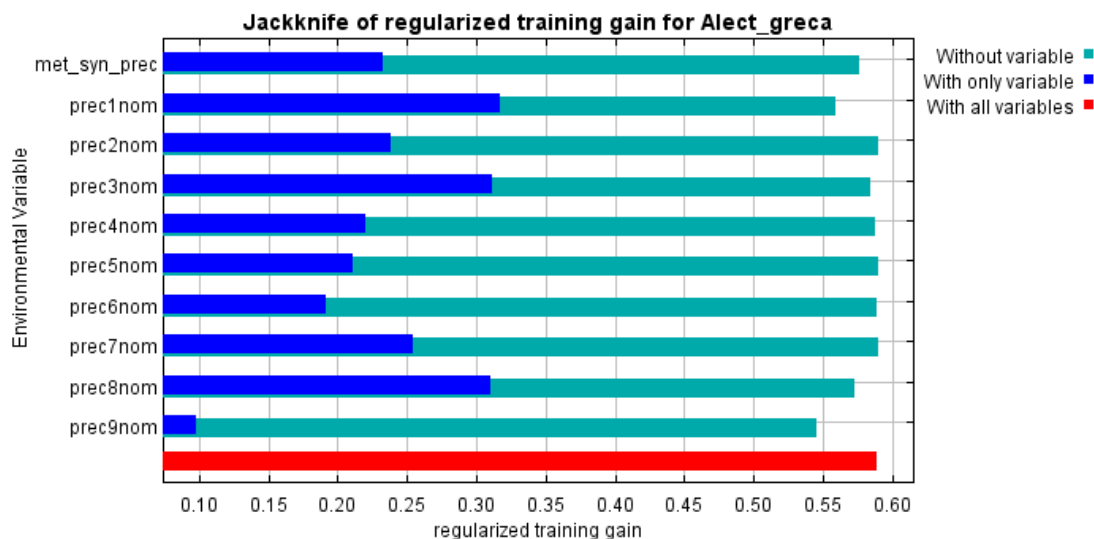
Variable	Percent contribution	Permutation importance
prec1nom	28.5	42.9
met_syn_prec	19.5	1.9
prec7nom	18.1	1.4
prec8nom	15.6	31.7
prec9nom	11.5	20.1
prec4nom	3.1	0.4
prec5nom	2.3	0
prec2nom	0.9	0
prec3nom	0.5	0
prec6nom	0.1	1.6

Η τιμή της καμπύλης AUC είναι 0.833 όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 7.



Διάγραμμα 7: Διάγραμμα AUC όπως προέκυψε από την μοντελοποίηση των δεδομένων παρουσίας – απουσίας της Πέρδικας σε συνδυασμό με το μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης από το 1950-2000.

Στο παρακάτω Διάγραμμα 8 βλέπουμε την σημαντικότητα του κάθε παράγοντα. Ο παράγοντας με το μεγαλύτερο gain όταν χρησιμοποιείται μόνος του και ο οποίος έχει τις περισσότερες χρήσιμες πληροφορίες, είναι οι βροχοπτώσεις του Ιανουαρίου (prec1nom). Η περιβαλλοντική μεταβλητή που μειώνει το gain περισσότερο, όταν παραλείπεται, είναι οι βροχοπτώσεις του Σεπτεμβρίου (prec9nom), η οποία ως εκ τούτου φαίνεται να έχει τις περισσότερες πληροφορίες που δεν υπάρχουν στις άλλες μεταβλητές.



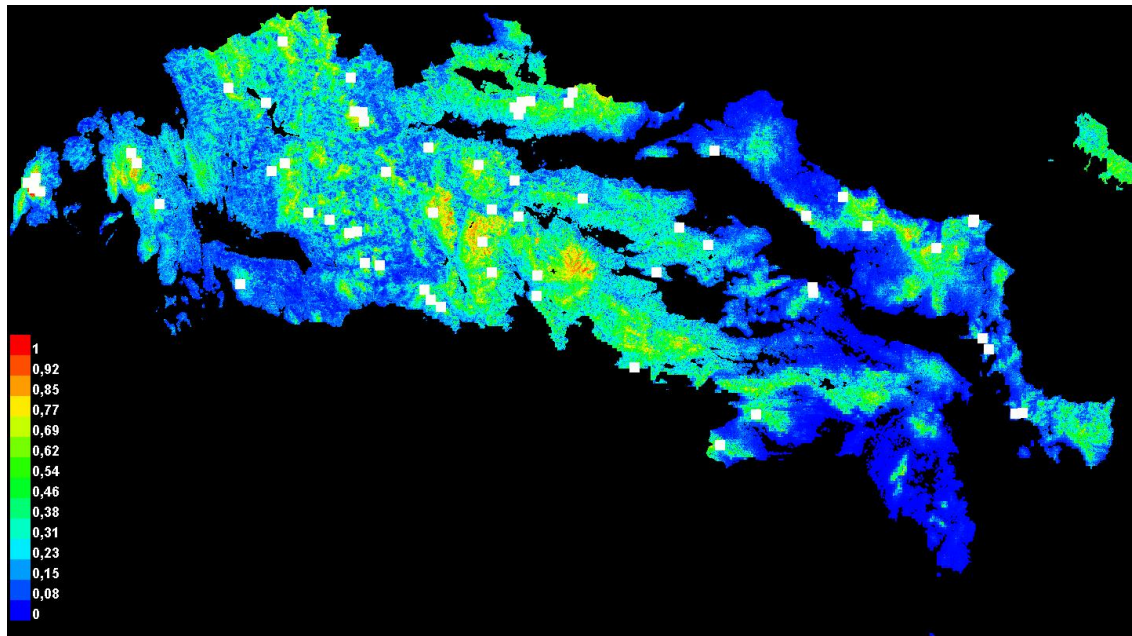
Διάγραμμα8: Σημαντικότητα των μεταβλητών για το είδος, αλλά και το μοντέλο

3.2.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΙΑΣΜΟ ΜΕ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Κατά τη δεύτερη φάση ανάλυσης των δεδομένων παρουσίας απουσίας, τα δεδομένα παρουσίας - απουσίας εισήχθησαν σε μορφή csv και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που λήφθηκαν υπόψη ήταν η μέση μηνιαία βροχόπτωση των μηνών που επηρεάζουν την εξάπλωση του είδους (Ιανουαρίου, Σεπτεμβρίου, Αυγούστου και η συνολική ετήσια βροχόπτωση) καθώς και οι παράγοντες που επηρεάζουν το μικροκλίμα σε μια περιοχή.

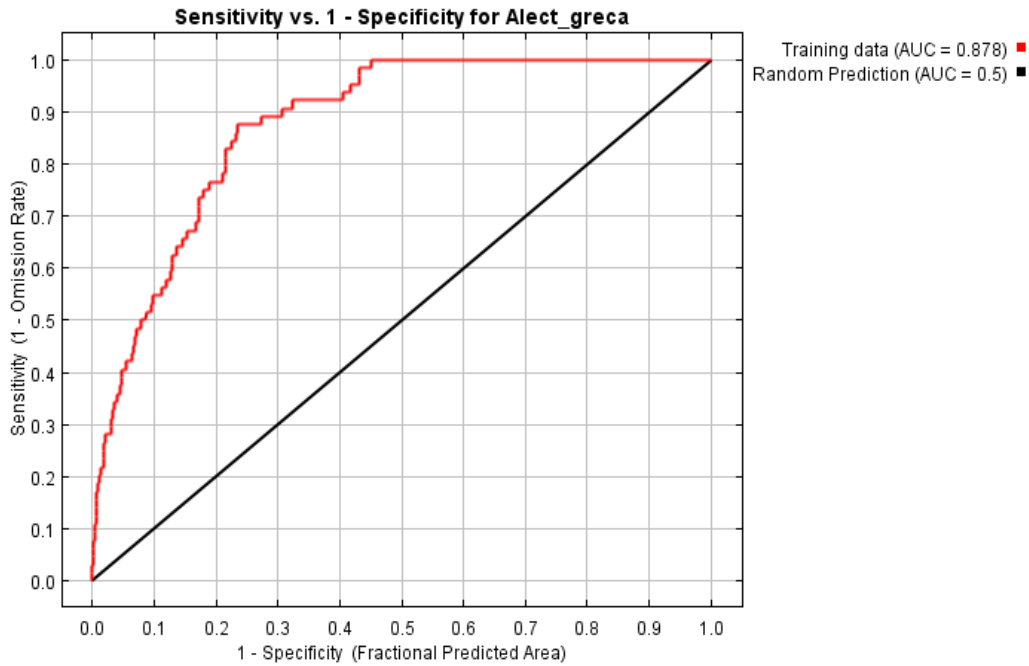
Από την ανάλυση των δεδομένων από το πρόγραμμα προέκυψε ο παρακάτω χάρτης (Εικόνα 7) που δείχνει την εξάπλωση της Πέρδικας, σε σχέση με τις βροχοπτώσεις των μηνών που επηρεάζουν την εξάπλωση του είδους (Ιανουαρίου, Σεπτεμβρίου, Αυγούστου και η συνολική ετήσια βροχόπτωση) και των τοπογραφικών παραγόντων που επηρεάζουν το μικροκλίμα της περιοχής. Αυτοί οι παράγοντες είναι: ο δείκτης τραχύτητας του εδάφους (SARI2), η «βορεινότητα» (north_nom_250) και η «ανατολικότητα» (east_nom_250) της θέσης, η κλίση (slope_nom), η έκθεση (aspect_new) και οι δείκτες βλάστησης (NDVI) του Μαΐου(16mainom) και του Αυγούστου (16augnom).

Τα πιο ζεστά χρώματα απεικονίζουν την αυξημένη πιθανότητα παρουσίας του είδους στη περιοχή σε σχέση με τη βροχόπτωση. Η πιθανότητα παρουσίας του είδους κυμαίνεται μεταξύ του 0 (χαμηλή πιθανότητα) μέχρι 1 (υψηλή πιθανότητα) εύρεσης του είδους.



Εικόνα 7: Χάρτης MAXENT εξάπλωσης της Πέρδικας με βάση το μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης από το 1950-2000 των μηνών Ιανουαρίου, Σεπτεμβρίου, Αυγούστου, της συνολικής βροχόπτωσης και των τοπογραφικών παραγόντων: δείκτης τραχύτητας εδάφους, βορεινότητα και η ανατολικότητα της θέσης, κλίση, έκθεση και οι δείκτες βλάστησης (NDVI) του Μαΐου και του Αυγούστου.

Η ανάλυση των μετεωρολογικών παραγόντων σε σχέση με κάποιους τοπογραφικούς παράγοντες δείχνει (Διάγραμμα 9) μια αύξηση του AUC από 0.833 σε 0.878.



Διάγραμμα 9: Διάγραμμα AUC όπως προέκυψε από την μοντελοποίηση των δεδομένων παρουσίας – απουσίας της Πέρδικας σε συνδυασμό με το μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης από το 1950-2000 των μηνών Ιανουαρίου, Σεπτεμβρίου, Αυγούστου, της συνολικής βροχόπτωσης και των τοπογραφικών παραγόντων: δείκτης τραχύτητας εδάφους, βορεινότητα και η ανατολικότητα της θέσης, κλίση, έκθεση και οι δείκτες βλάστησης (NDVI) του Μαΐου και του Αυγούστου.

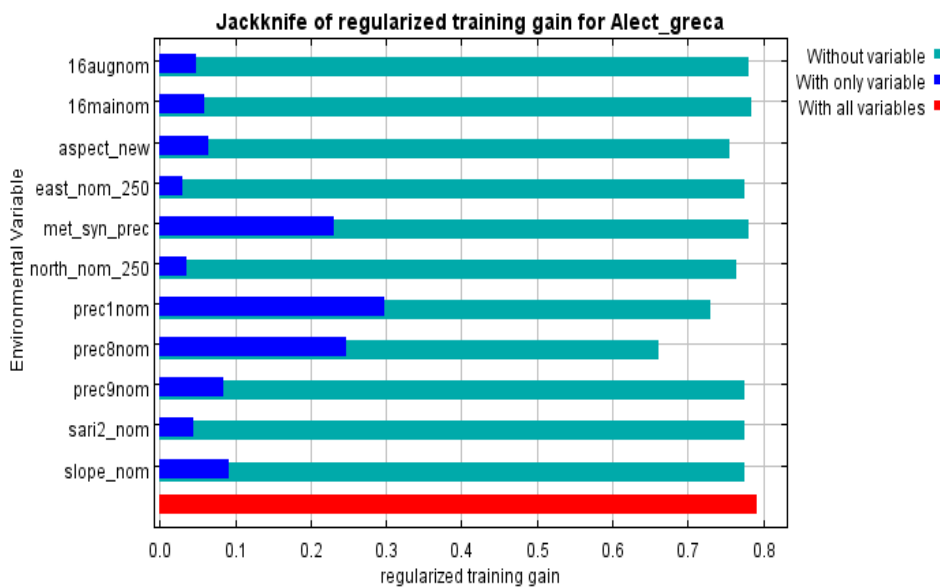
Επίσης, οι παράγοντες που επηρεάζουν περισσότερο την εξάπλωση της Πέρδικας (Πίνακας 11) είναι οι βροχοπτώσεις του Αυγούστου (*prec8nom*) κατά 23.7%, οι βροχοπτώσεις του Ιανουαρίου κατά 17% (*prec1nom*), οι βροχοπτώσεις του Σεπτεμβρίου (*prec9nom*) κατά 4.1%, καθώς και οι συνολικές βροχοπτώσεις (*met_syn_prec*) κατά 16%. Ενώ αντιθέτως οι τοπογραφικοί παράγοντες: κλίση εδάφους (*slope_nom*), η ανατολικότητα (*east_nom_250*), ο δείκτης τραχύτητας του εδάφους (*sari2_nom*) δεν επηρεάζουν σχεδόν καθόλου στην εξάπλωση της Πέρδικας στη Στερεά Ελλάδα.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
<i>prec8nom</i>	23.7	34.2
<i>prec1nom</i>	17	27.4
<i>met_syn_prec</i>	16	1.3
<i>16augnom</i>	9.5	5.2
<i>aspect_new</i>	8.4	4.6
<i>16mainom</i>	6	3.5
<i>slope_nom</i>	5	0.5
<i>prec9nom</i>	4.1	19.1
<i>sari2_nom</i>	3.6	1.8
<i>north_nom_250</i>	3.3	2.4
<i>east_nom_250</i>	3.2	0

Πίνακας 11: Συμμετοχή των μετεωρολογικών και τοπογραφικών παραγόντων στην εξάπλωση της Πέρδικας

στη Στερεά Ελλάδα

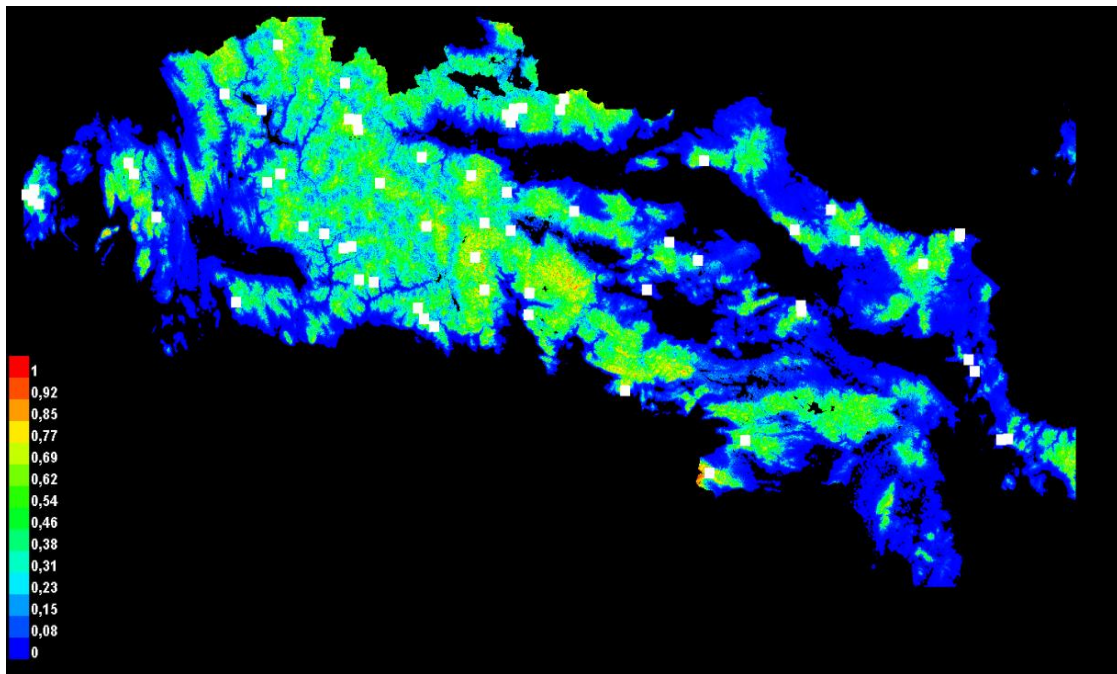
Το παρακάτω Διάγραμμα10 δείχνει τα αποτελέσματα της δοκιμής jackknife ποικίλης σημασίας. Η περιβαλλοντική μεταβλητή με υψηλότερο gain όταν χρησιμοποιούνται σε απομόνωση είναι prec1nom, η οποία ως εκ τούτου φαίνεται να έχει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες από μόνη της. Η περιβαλλοντική μεταβλητή που μειώνει το gain περισσότερο όταν παραλείπεται είναι prec8nom, η οποία ως εκ τούτου φαίνεται να έχει τις περισσότερες πληροφορίες που δεν είναι παρούσες στις άλλες μεταβλητές.



Διάγραμμα10: Σημαντικότητα των μεταβλητών για το είδος αλλά και το μοντέλο

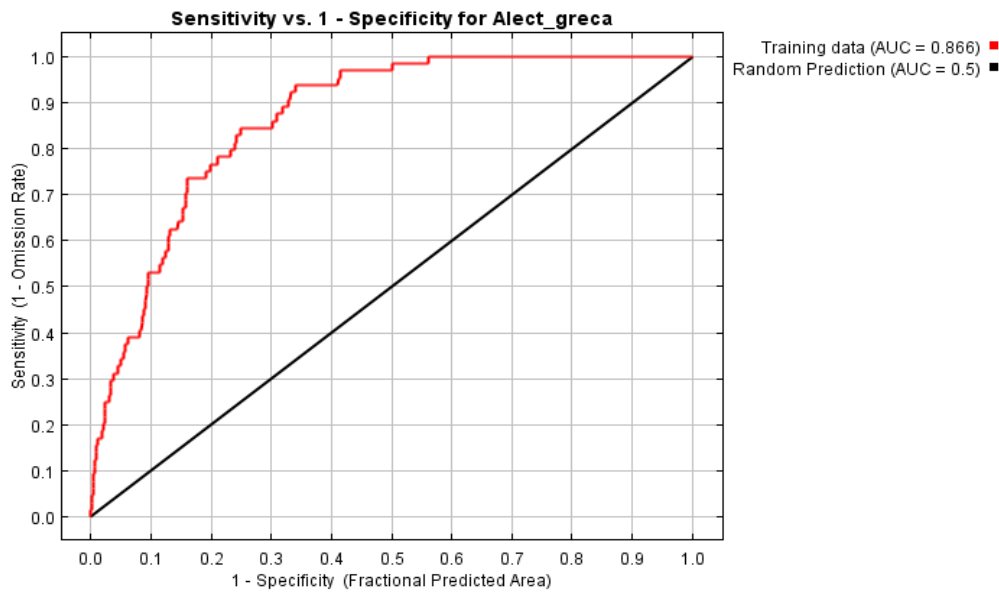
3.2.3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ

Κατά τη τρίτη φάση ανάλυσης των δεδομένων παρουσίας απουσίας, τα δεδομένα παρουσίας-απουσίας εισήχθησαν σε μορφή csv και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που λήφθηκαν υπόψη είναι: το υψόμετρο, η κλίση του εδάφους, η έκθεση του εδάφους, η βορεινότητα, η ανατολικότητα, ο δείκτης τραχύτητας του εδάφους, η απόσταση από το οδικό δίκτυο, η απόσταση από το υδρογραφικό δίκτυο και η απόσταση από τους οικισμούς. Από την ανάλυση των δεδομένων από το πρόγραμμα προέκυψε ο παρακάτω χάρτης (Εικόνα 8) που δείχνει την εξάπλωση της Πέρδικας, σε σχέση με τους παραπάνω τοπογραφικούς παράγοντες. Τα πιο ζεστά χρώματα απεικονίζουν την αυξημένη πιθανότητα παρουσίας του είδους στη περιοχή. Η πιθανότητα να παρουσιάσει ο είδους κυμαίνεται μεταξύ του 0 (χαμηλή πιθανότητα) μέχρι 1 (υψηλή πιθανότητα) εύρεσης του είδους.



Εικόνα 8: Χάρτης MAXENT εξάπλωσης της Πέρδικας με βάση τους τοπογραφικούς παράγοντες

Η ανάλυση των τοπογραφικών παραγόντων δείχνει (Διάγραμμα11) το AUC να κυμαίνεται στο 0.866.



Διάγραμμα 11: Διάγραμμα AUC όπως προέκυψε από την μοντελοποίηση των δεδομένων παρουσίας – απουσίας της Πέρδικας σε συνδυασμό με τους τοπογραφικούς παράγοντες

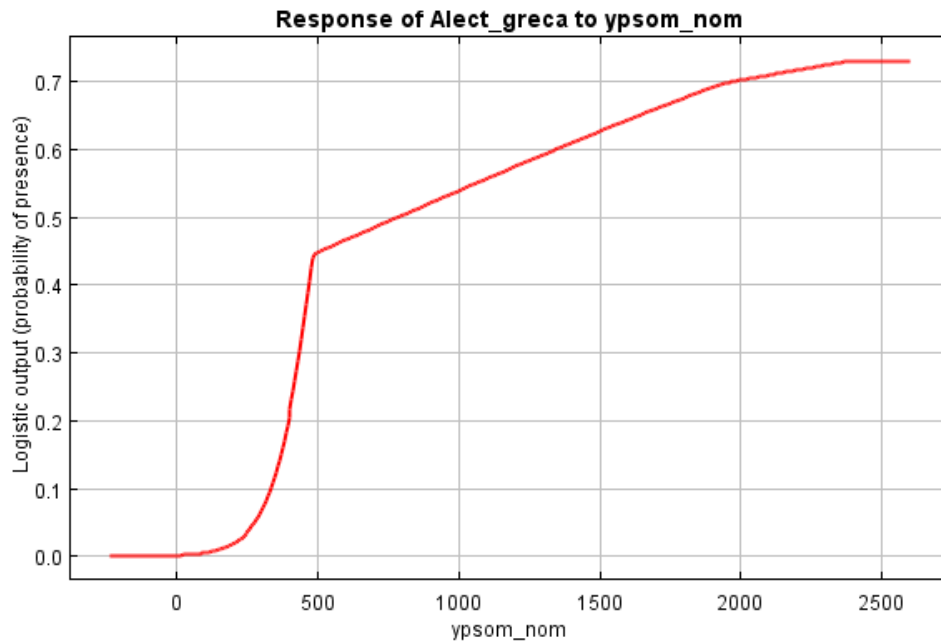
Επίσης από τους τοπογραφικούς παράγοντες που επηρεάζουν περισσότερο την εξάπλωση της Πέρδικας (Πίνακας 12) είναι το υψόμετρο της περιοχής (*ypsom_nom*) κατά 70.3%. Ενώ αντιθέτως οι τοπογραφικοί παράγοντες: κλίση εδάφους (*slope_nom*), η ανατολικότητα (*east_nom_250*), ο δείκτης τραχύτητας του εδάφους (*sari2_nom*), δεν συμβάλουν σχεδόν καθόλου στην εξάπλωση της Πέρδικας στη Στερεά Ελλάδα.

Πίνακας 12: Συμμετοχή των τοπογραφικών παραγόντων στην εξάπλωση της Πέρδικας στη Στερεά Ελλάδα

Variable	Percent contribution	Permutation importance
<i>ypsom_nom</i>	70.3	78.9
<i>ydrogr_nom</i>	6.4	1.7
<i>aspect_new</i>	5.4	4.4
<i>oikismo_i_nom</i>	4.9	2.4
<i>drom_nom</i>	3.8	1.5
<i>east_nom_250</i>	3.4	2.5
<i>sari2_nom</i>	2.9	1.3
<i>north_nom_250</i>	2.5	5.2
<i>slope_nom</i>	0.5	2.1

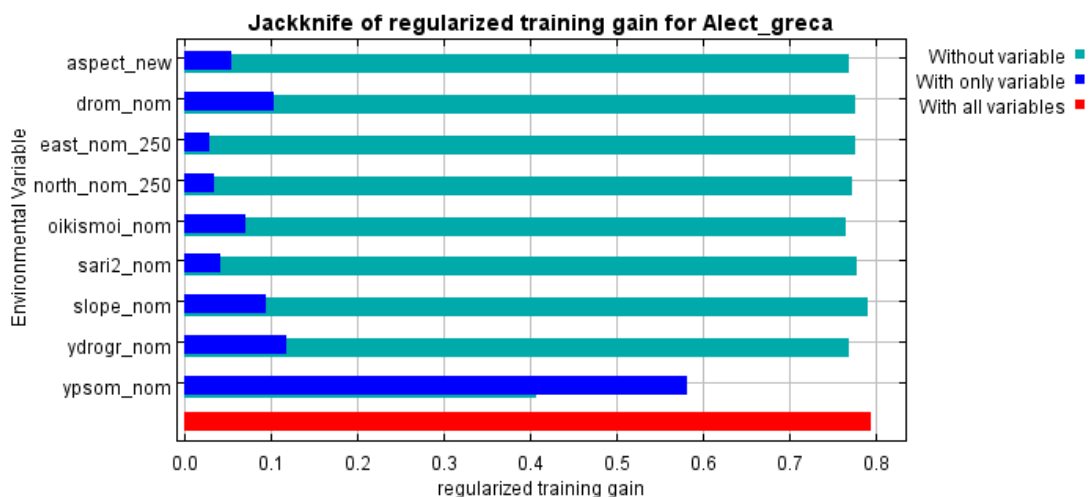
Αξίζει να σημειωθεί ότι από τις καμπύλες (Διάγραμμα12) που παράγει το πρόγραμμα, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι στα χαμηλά υψόμετρα δεν υπάρχει πιθανότητα να συναντήσουμε πέρδικες ενώ από τα 500 μέτρα και πάνω, όσο αυξάνεται το

υψόμετρο αυξάνεται και η πιθανότητα να συναντήσουμε Πέρδικα. Αυτό είναι ένα συμπέρασμα που επαληθεύεται και με τη διερεύνηση της βιολογίας της Πέρδικας.



Διάγραμμα12: Εξάρτηση της εξάπλωσης της Πέρδικας από το υψόμετρο

Το παρακάτω Διάγραμμα(Διάγραμμα 13) δείχνει τα αποτελέσματα της δοκιμής jackknife ποικίλης σημασίας. Η περιβαλλοντική μεταβλητή υψηλότερο όταν χρησιμοποιούνται σε απομόνωση είναι ypsom_nom, η οποία ως εκ τούτου φαίνεται να έχει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες από μόνη της. Η περιβαλλοντική μεταβλητή που μειώνει το κέρδος περισσότερο όταν παραλείπεται είναι ypsom_nom, η οποία ως εκ τούτου φαίνεται να έχει τις περισσότερες πληροφορίες που δεν είναι παρούσες στις άλλες μεταβλητές.

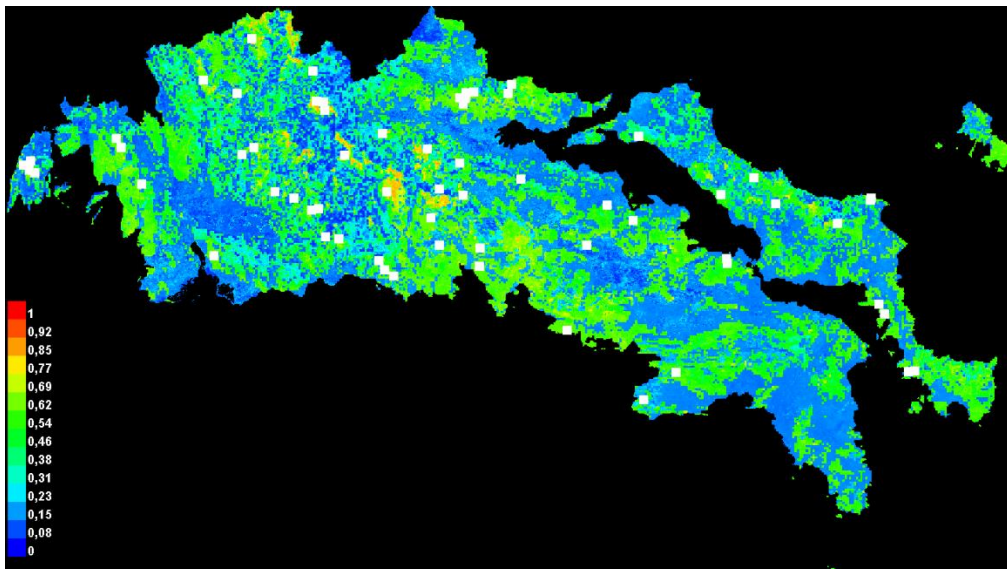


Διάγραμμα13: Σημαντικότητα των μεταβλητών για το είδος αλλά και το μοντέλο

3.2.4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΚΑΛΥΨΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

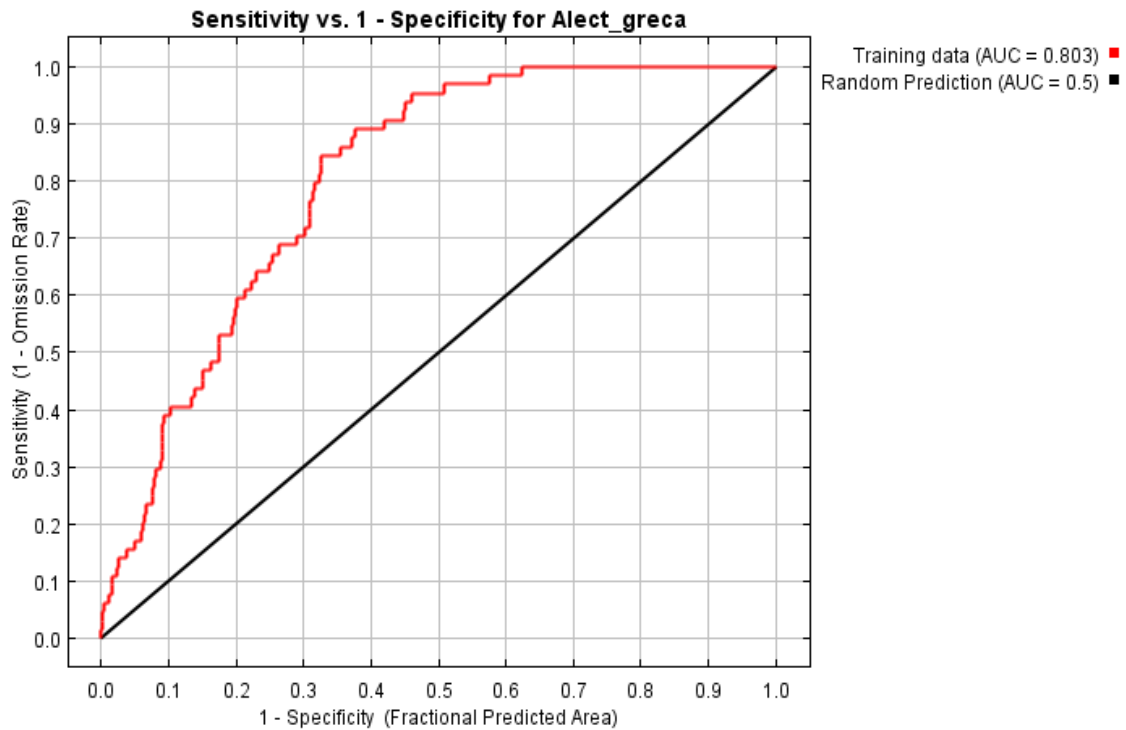
Κατά τη τέταρτη φάση ανάλυσης των δεδομένων παρουσίας απουσίας, τα δεδομένα παρουσίας απουσίας εισήχθησαν σε μορφή csv και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που λήφθηκαν υπόψη είναι: οι χρήσεις γης (*corine_nom*), ο δείκτης βλάστησης NDVI του μήνα Μαρτίου (*16mainom*) και ο δείκτης βλάστησης NDVI του μήνα Αυγούστου (*16augnom*).

Από την ανάλυση των δεδομένων από το πρόγραμμα προέκυψε ο παρακάτω χάρτης (Εικόνα 9) που δείχνει την εξάπλωση της Πέρδικας, σε σχέση με τους παραπάνω τοπογραφικούς παράγοντες. Τα πιο ζεστά χρώματα απεικονίζουν την αυξημένη πιθανότητα παρουσίας του είδους στη περιοχή. Η πιθανότητα παρουσίας του είδους κυμαίνεται μεταξύ του 0 (χαμηλή πιθανότητα) μέχρι 1 (υψηλή πιθανότητα) εύρεσης του είδους.



Εικόνα 9: Χάρτης MAXENT εξάπλωσης της Πέρδικας με βάση τις χρήσεις γης και τους δείκτες βλάστησης των μηνών Αυγούστου και Μαΐου.

Η ανάλυση των τοπογραφικών παραγόντων δείχνει (Διάγραμμα14) το AUC να κυμαίνεται στο 0,803.



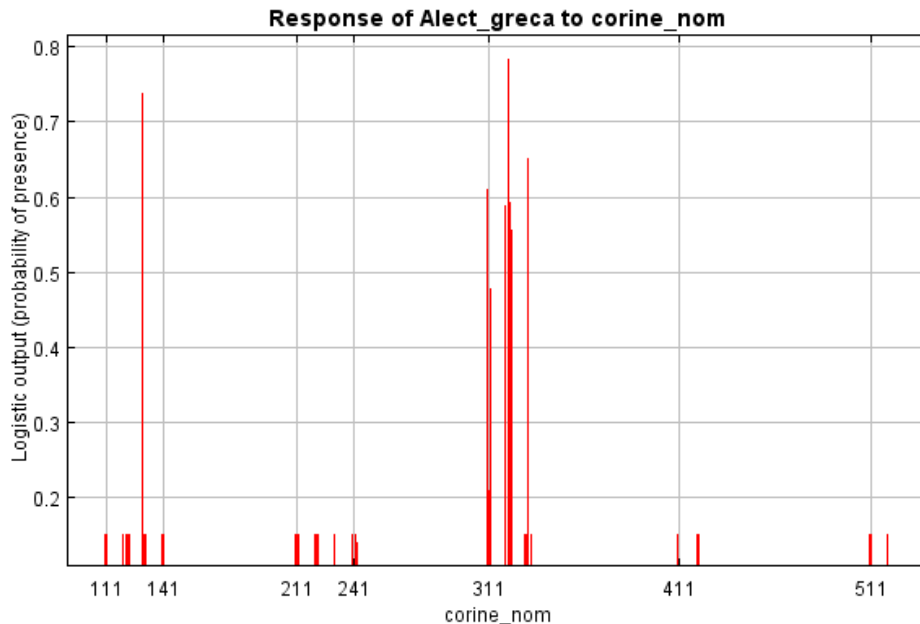
Διάγραμμα14: Διάγραμμα AUC όπως προέκυψε από την μοντελοποίηση των δεδομένων παρουσίας – απουσίας της Πέρδικας σε συνδυασμό με τις χρήσεις γης και τους δείκτες βλάστησης των μηνών Αυγούστου και Μαΐου.

Επίσης από τους παράγοντες κάλυψης της γης που επηρεάζουν περισσότερο την εξάπλωση της Πέρδικας (Πίνακας 13) είναι: οι χρήσεις γης (*corine_nom*) κατά 90.5%. Ενώ αντίθετως οι δείκτες βλάστησης του Μαρτίου (*16mainom*) και του Αυγούστου (*16augnom*), δεν επηρεάζουν σχεδόν καθόλου στην εξάπλωση της Πέρδικας στη Στερεά Ελλάδα.

Πίνακας13: Συμμετοχή των τοπογραφικών παραγόντων στην εξάπλωση της Πέρδικας στη Στερεά Ελλάδα

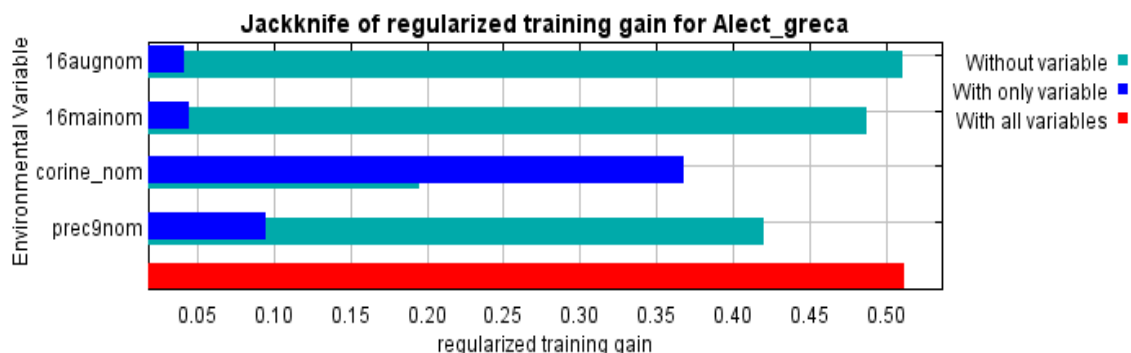
Variable	Percent contribution	Permutation importance
<i>ypsom_nom</i>	72.1	75
<i>corine_nom</i>	17.9	18.9
<i>met_syn_prec</i>	6.6	3.5
<i>ydrogr_nom</i>	3	1.1
<i>prec1nom</i>	0.4	1.4
<i>prec9nom</i>	0	0
<i>prec8nom</i>	0	0

Αξίζει να σημειωθεί ότι από τις καμπύλες (Διάγραμμα15) που παράγει το πρόγραμμα οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η Πέρδικα προτιμά από τις διάφορες χρήσεις γης τις παρακάτω: Θάμνοι και χερσότοποι (322), Σκληροφυλλική βλάστηση (323), Δάσος πλατύφυλλων (311), Χώροι εξορύξεως ορυκτών (131), Εκτάσεις με αραιή βλάστηση (333), Φυσικοί βοσκοτόποι (321), Δάσος κωνοφόρων (312), Μικτό δάσος (313), Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις (324).



Διάγραμμα15: Εξάρτηση της εξάπλωσης της Πέρδικας από το corine land cover 2000

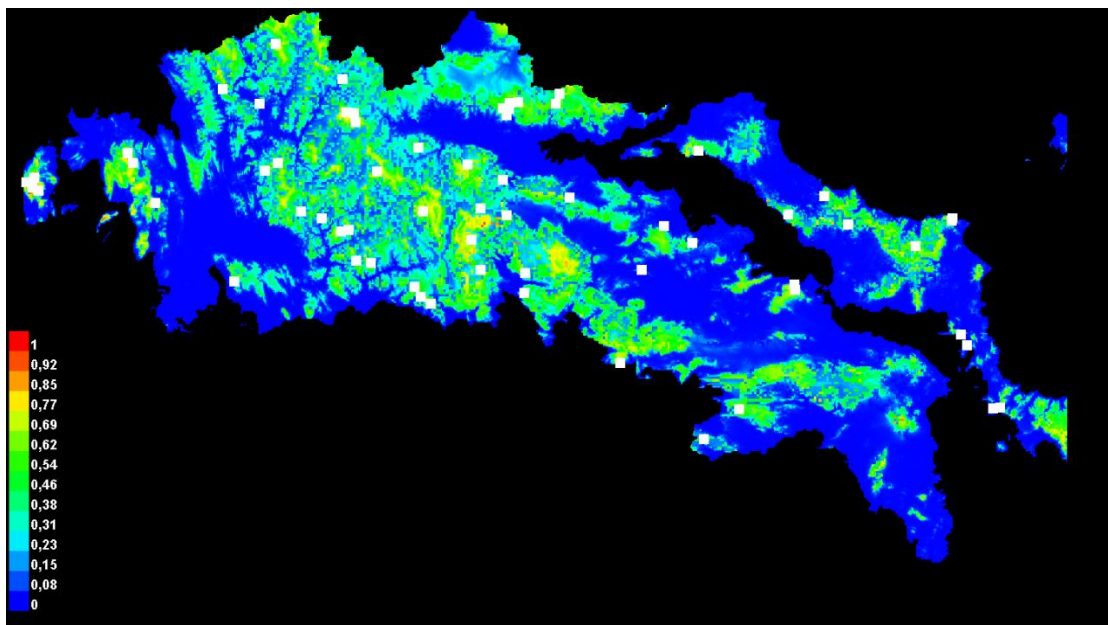
Το παρακάτω διάγραμμα(Διάγραμμα16) δείχνει τα αποτελέσματα της δοκιμής jackknife ποικίλης σημασίας. Η περιβαλλοντική μεταβλητή με υψηλότερο gain όταν χρησιμοποιείται σε απομόνωση είναι corine_nom, η οποία ως εκ τούτου φαίνεται να έχει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες από μόνη της. Η περιβαλλοντική μεταβλητή που μειώνει το gain περισσότερο όταν παραλείπεται είναι corine_nom, η οποία ως εκ τούτου φαίνεται να έχει τις περισσότερες πληροφορίες που δεν είναι παρούσες στις άλλες μεταβλητές.



Διάγραμμα16: Σημαντικότητα των μεταβλητών για το είδος αλλά και το μοντέλο

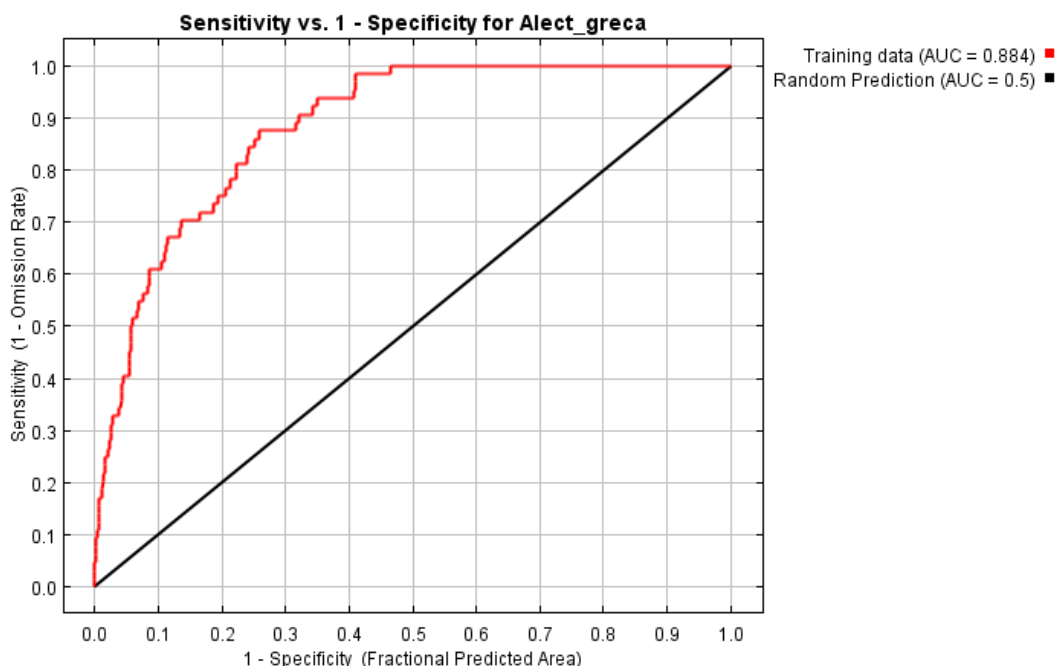
3.2.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ.

Στην τελική φάση της ανάλυσης των δεδομένων παρουσίας-απουσίας, οι παράγοντες που θα χρησιμοποιηθούν είναι αυτοί που βρέθηκαν στις προηγούμενες ενότητες (Παράγραφοι 3.2.1- 3.2.4) ότι επηρεάζουν περισσότερο την εξάπλωση του είδους. Τα δεδομένα παρουσίας - απουσίας εισήχθησαν σε μορφή csv και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που λήφθηκαν υπόψη είναι: οι χρήσεις γης (*corine_nom*), το μέσο μηνιαίο ύψος βροχής του μήνα Ιανουαρίου από το 1950-2000 (*prec1nom*), το μέσο μηνιαίο ύψος βροχής του μήνα Αυγούστου από το 1950-2000 (*prec8nom*), το μέσο μηνιαίο ύψος βροχής του μήνα Σεπτεμβρίου από το 1950-2000 (*prec9nom*), το συνολικό μέσο μηνιαίο ύψος βροχής όλων των μηνών του έτους από το 1950-2000 (*met_syp_prec*), η απόσταση από το υδρογραφικό δίκτυο (*ydrogr_nom*), το υψόμετρο της περιοχής (*grsom_nom*)(Εικόνα 10).



Εικόνα 10: Χάρτης MAXENT εξάπλωσης της Πέρδικας με βάση τους κυριότερους παράγοντες που επηρεάζουν την εξάπλωση του είδους.

Η ανάλυση των κυριότερων παραγόντων που επηρεάζουν την εξάπλωση το είδους δείχνει (Διάγραμμα17) το AUC να κυμαίνεται στο 0.884.



Διάγραμμα17: Διάγραμμα AUC όπως προέκυψε από την μοντελοποίηση των δεδομένων παρουσίας – απουσίας της Πέρδικας σε συνδυασμό με τους κυριότερους παράγοντες που επηρεάζουν την εξάπλωση του είδους.

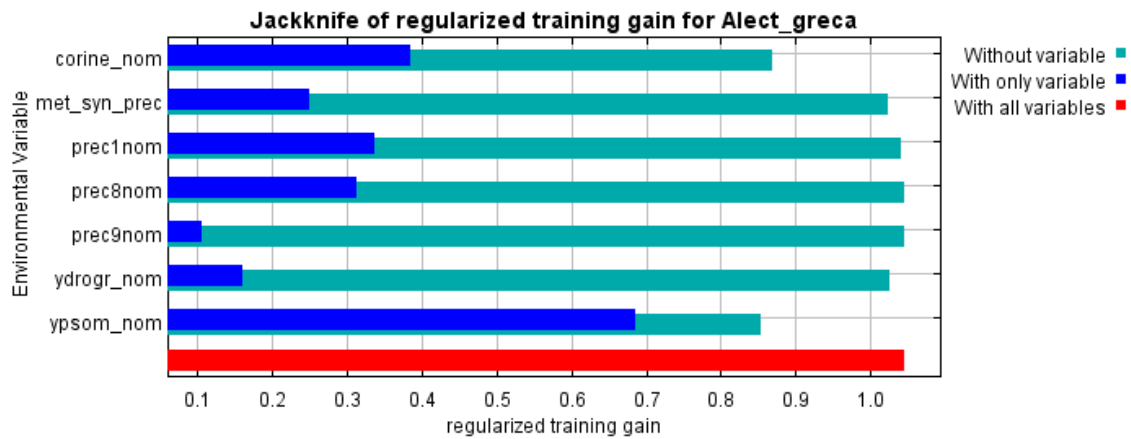
Επίσης, από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν περισσότερο την εξάπλωση της Πέρδικας (Πίνακας 13) είναι το υψόμετρο (*ypsom_nom*) κατά 72.1% και οι χρήσεις γης (*corine_nom*) κατά 17.9%. Ενώ αντιθέτως οι βροχοπτώσεις του Αυγούστου (*prec8nom*) και του Σεπτεμβρίου (*prec9nom*) δεν επηρεάζουν καθόλου στην εξάπλωση της Πέρδικας στη Στερεά Ελλάδα.

Πίνακας 13: Συμμετοχή των κυριότερων παραγόντων στην εξάπλωση της Πέρδικας στη Στερεά Ελλάδα

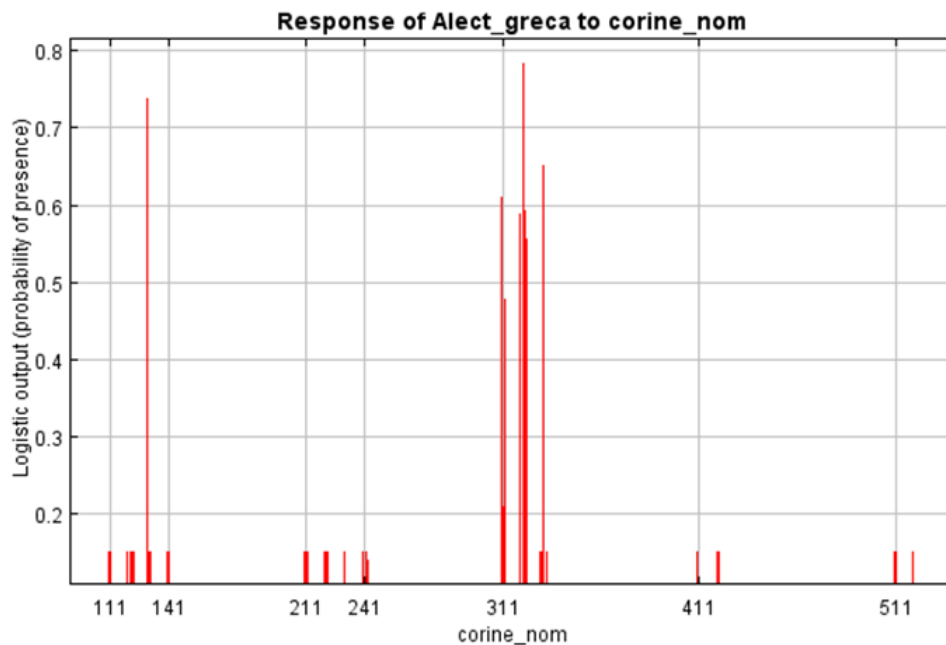
Variable	Percent contribution	Permutation importance
<i>ypsom_nom</i>	72.1	75
<i>corine_nom</i>	17.9	18.9
<i>met_syn_prec</i>	6.6	3.5
<i>ydrogr_nom</i>	3	1.1
<i>prec1nom</i>	0.4	1.4
<i>prec9nom</i>	0	0
<i>prec8nom</i>	0	0

Το παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα18) δείχνει τα αποτελέσματα της δοκιμής jackknife ποικίλης σημασίας. Η περιβαλλοντική μεταβλητή με υψηλότερο gain όταν χρησιμοποιούνται σε απομόνωση είναι το υψόμετρο (*ypsom_nom*), η οποία ως εκ τούτου

φαίνεται να έχει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες από μόνη της. Η περιβαλλοντική μεταβλητή που μειώνει το gain περισσότερο όταν παραλείπεται είναι το υψόμετρο (*ypsom_nom*), η οποία ως εκ τούτου φαίνεται να έχει τις περισσότερες πληροφορίες που δεν είναι παρούσες στις άλλες μεταβλητές.



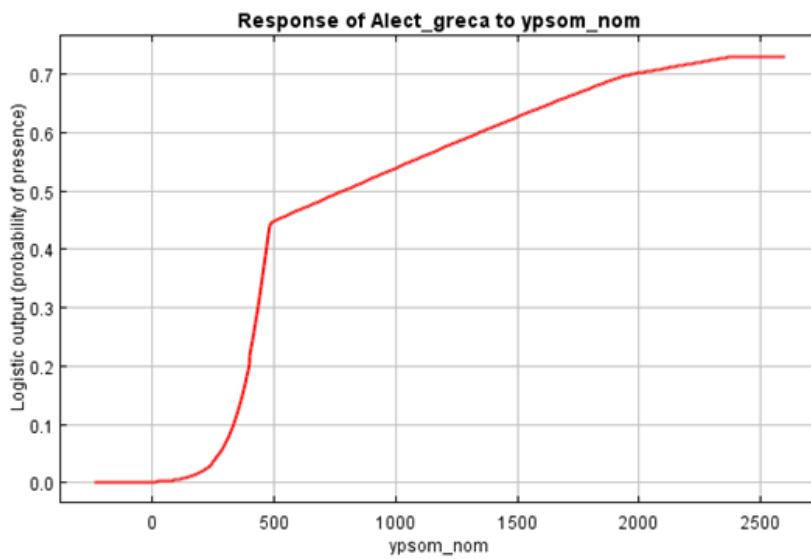
Διάγραμμα18: Σημαντικότητα των μεταβλητών για το είδος αλλά και το μοντέλο



Διάγραμμα18α: Επίδραση των χρήσεων γης στην εξάπλωση της Πέρδικας

Όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα18α από τις χρήσεις γης, αυτές που συμβάλουν περισσότερο στην εξάπλωση του είδους είναι οι: Θάμνοι και χερσότοποι (322), Σκληροφυλλική βλάστηση (323), Δάσος πλατύφυλλων (311), Χώροι εξορύξεως ορυκτών

(131), Εκτάσεις με αραιή βλάστηση (333), Φυσικοί βοσκότοποι (321), Δάσος κωνοφόρων (312), Μικτό δάσος (313), Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις (324).



Διάγραμμα18β: επιδραση του υψομέτρου στην εξάπλωση της Πέρδικας

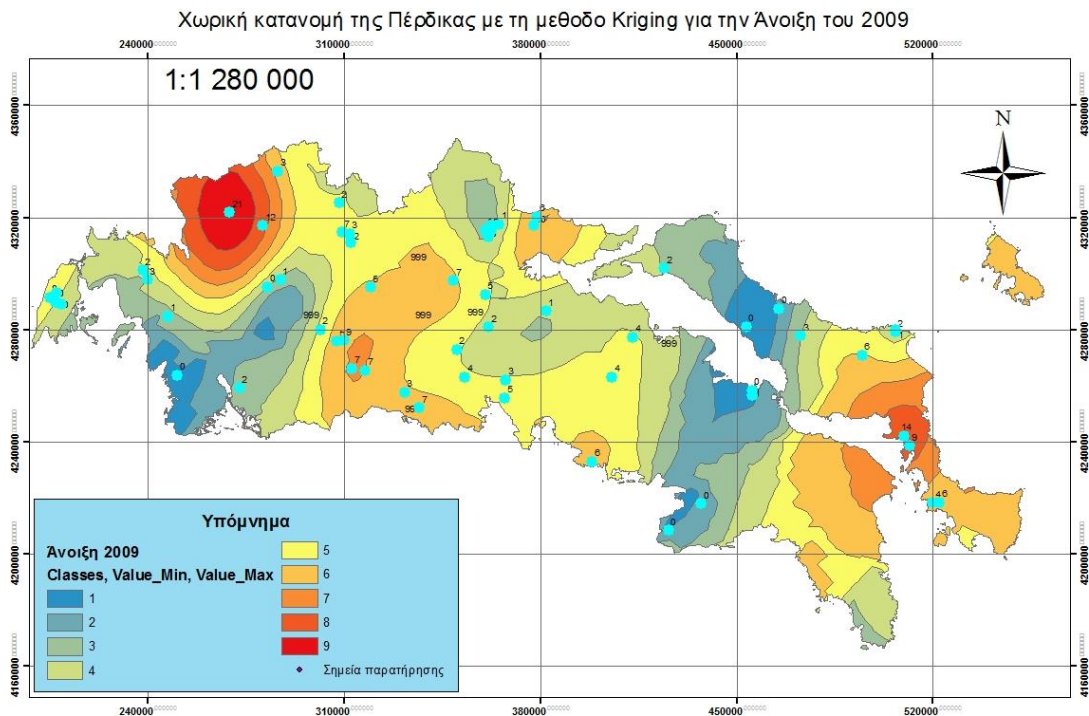
Από το παραπάνω Διάγραμμα18β παρατηρούμε ότι η Πέρδικα προτιμά υψόμετρα άνω των 500 μέτρων. Κάτι που αποδεικνύεται και από τη διερεύνηση της βιολογίας του είδους.

3.3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ KRIGING

Σε αυτό το στο στάδιο της εργασίας αξιολογείται το μοντέλο Kriging στο οποίο χρησιμοποιήθηκαν τα πληθυσμιακά στοιχεία της Πέρδικας των περιόδων της Άνοιξης και του Καλοκαιριού για τα έτη 2009, 2010, 2011. Τα έτη αυτά χρησιμοποιήθηκαν γιατί σε αυτά τα χρόνια είχαμε καταμετρήσεις σχεδόν σε όλες τις γραμμικές διαδρομές.

Για το 2009 δύο μοντέλα Kriging δημιουργήθηκαν και μας έδωσαν τους παρακάτω χάρτες με τους αντίστοιχους πίνακες για την Άνοιξη και το Καλοκαίρι αντίστοιχα.

Έτος 2009

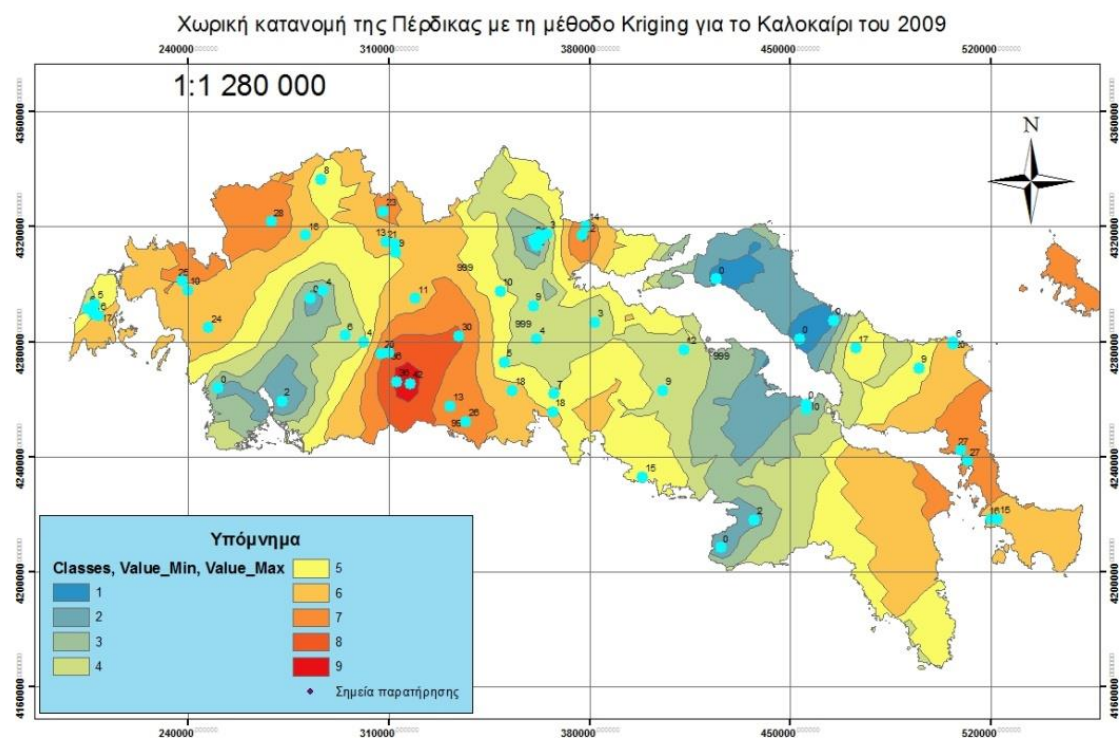


Εικόνα 11: Χάρτης Kriging για την Άνοιξη του 2009

Πίνακας 14: Αποτελέσματα Kriging για την Άνοιξη του 2009

Model Type: Stable	
Samples	59 of 59
Mean	-0.091
Root-Mean-Square	3.445
Mean Standardized	-0.019
Root-Mean-Square Standardized	0.996
Average Standard Error	3.406
Anisotropy	Yes

Για τη μοντελοποίηση των δεδομένων πεδίου για την Άνοιξη του 2009 χρησιμοποιήθηκαν 59 σημεία παρατήρησης γιατί σε αυτά τα σημεία υπήρχαν στοιχεία καταγραφών κατά την Άνοιξη του 2009. Όπως παρατηρούμε και στον πίνακα 14 το mean ανέρχεται στο -0.091 το Root-Mean-Square σε 3.445 και το Average Standard Error σε 3.406 το γεγονός ότι η διαφορά ανάμεσα στο Root-Mean-Square και το Root-Mean-Square είναι μικρή δείχνει μια καλή απόκριση του μοντέλου. Το Root-Mean-Square Standardized πρέπει να είναι κοντά στο 1 και στην εργασία μας ανέρχεται στο 0.996



Εικόνα 12: Χάρτης Kriging για το Καλοκαίρι του 2009

Πίνακας 15: Αποτελέσματα Kriging για το Καλοκαίρι του 2009

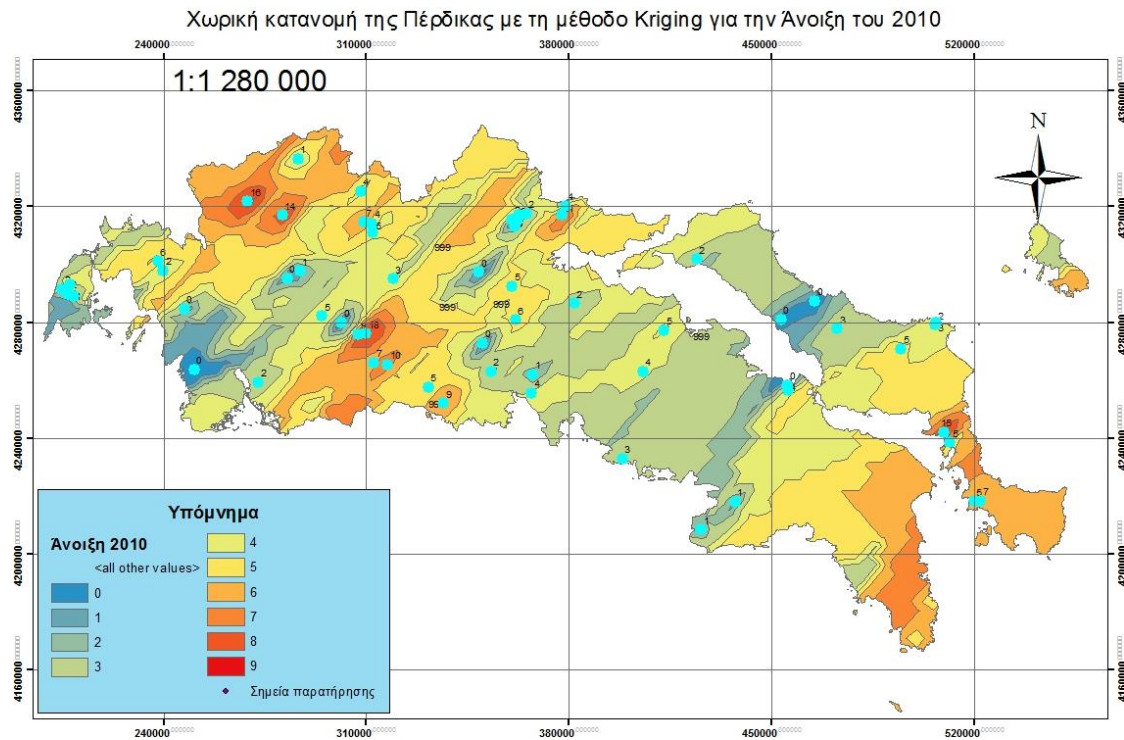
Model type: Stable	
Samples	61 of 61
Mean	0.0527
Root-Mean-Square	9.466
Mean Standardized	0.00100
Root-Mean-Square Standardized	0.9434
Average Standard Error	10.339
Anisotropy	Yes

Για τη μοντελοποίηση των δεδομένων πεδίου για το Καλοκαίρι του 2009 χρησιμοποιήθηκαν 61 σημεία παρατήρησης γιατί σε αυτά τα σημεία υπήρχαν στοιχεία καταγραφών κατά το Καλοκαίρι του 2009. Όπως παρατηρούμε και στον πίνακα 15 το mean ανέρχεται στο 0.0527 το Root-Mean-Square σε 9.466 και το Average Standard Error σε 10.339 το γεγονός ότι η διαφορά ανάμεσα στο Root-Mean-Square και το Root-Mean-Square είναι μικρή δείχνει μια

καλή απόκριση του μοντέλου. Το Root-Mean-Square Standardized πρέπει να είναι κοντά στο 1 και στην εργασία μας ανέρχεται στο 0.9434

Για το 2010 δύο μοντέλα Kriging δημιουργήθηκαν και μας έδωσαν τους παρακάτω χάρτες με τους αντίστοιχους πίνακες για την Άνοιξη και το Καλοκαίρι αντίστοιχα.

Έτος 2010



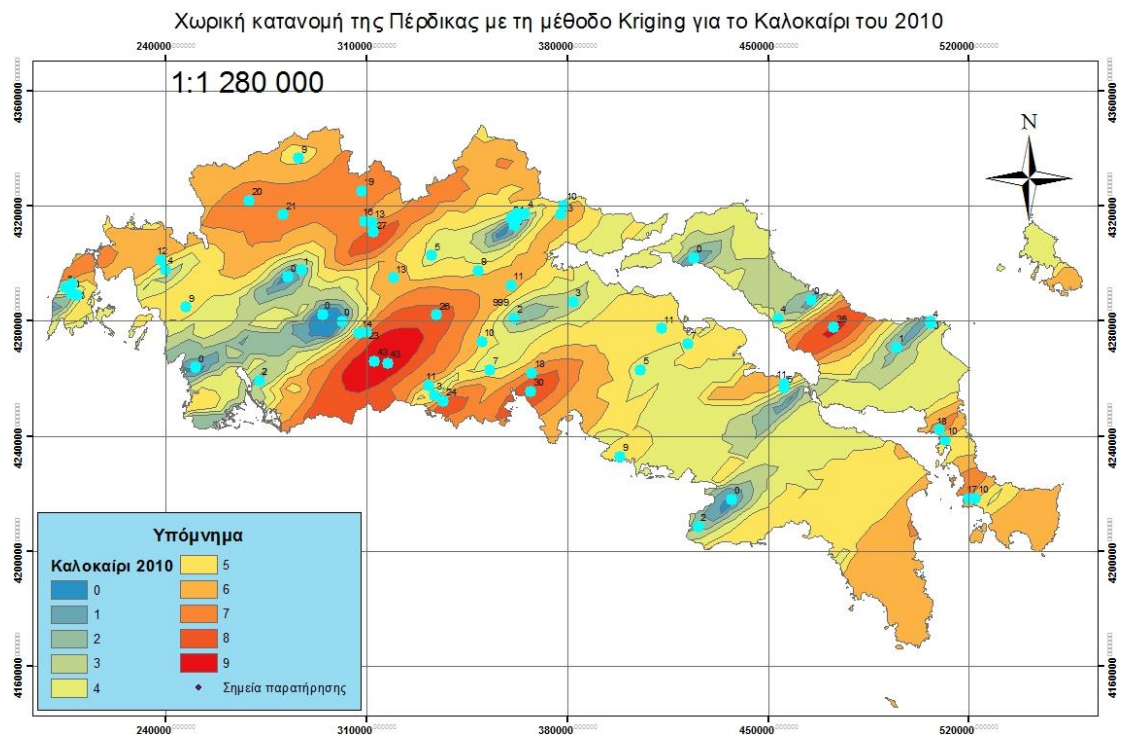
Εικόνα 13: Χάρτης Kriging για την Άνοιξη του 2010

Πίνακας 16: Αποτελέσματα Kriging για την Άνοιξη του 2010

Model Type : Stable	
Samples	60 of 60
Mean	0.0195
Root-Mean-Square	3.992
Mean Standardized	0.004
Root-Mean-Square Standardized	1.050
Average Standard Error	3.904
Anisotropy	Yes

Για τη μοντελοποίηση των δεδομένων πεδίου για την Άνοιξη του 2010 χρησιμοποιήθηκαν 60 σημεία παρατήρησης γιατί σε αυτά τα σημεία υπήρχαν στοιχεία καταγραφών κατά την Άνοιξη του 2010. Όπως παρατηρούμε και στον πίνακα 16 το mean ανέρχεται στο 0.0019 το Root-Mean-Square σε 3.992 και το Average Standard Error σε 3.904 το γεγονός ότι η διαφορά ανάμεσα στο Root-Mean-Square και το Root-Mean-Square είναι πολύ μικρή δείχνει μια καλή απόκριση του μοντέλου. Το Root-Mean-Square Standardized πρέπει να

είναι κοντά στο 1 και στην εργασία μας ανέρχεται στο 1.050.



Εικόνα 14: Χάρτης Kriging για το Καλοκαίρι του 2010

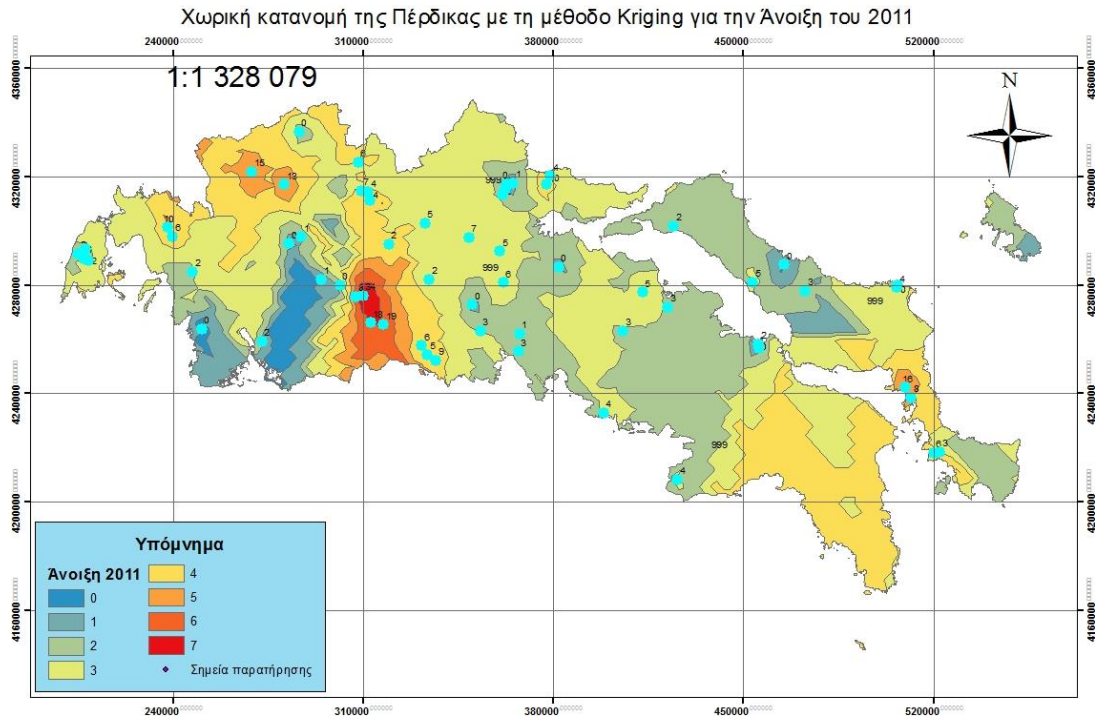
Πίνακας 17: Αποτελέσματα Kriging για το Καλοκαίρι του 2010

Model type: Stable	
Samples	64 of 64
Mean	-0.257
Root-Mean-Square	8.227
Mean Standardized	-0.0267
Root-Mean-Square Standardized	1.005
Average Standard Error	9.202
Anisotropy	Yes

Για τη μοντελοποίηση των δεδομένων πεδίου για το Καλοκαίρι του 2010 χρησιμοποιήθηκαν 64 σημεία παρατήρησης γιατί σε αυτά τα σημεία υπήρχαν στοιχεία καταγραφών κατά το Καλοκαίρι του 2010. Όπως παρατηρούμε και στον πίνακα 17 το mean ανέρχεται στο -0.257 το Root-Mean-Square σε 8.227 και το Average Standard Error σε 9.202 το γεγονός ότι η διαφορά ανάμεσα στο Root-Mean-Square και το Root-Mean-Square είναι μικρή δείχνει μια καλή απόκριση του μοντέλου. Το Root-Mean-Square Standardized πρέπει να είναι κοντά στο 1 και στην εργασία μας ανέρχεται στο 1.005.

Για το 2011 δύο μοντέλα Kriging δημιουργήθηκαν και μας έδωσαν τους παρακάτω χάρτες με τους αντίστοιχους πίνακες για την Άνοιξη και το Καλοκαίρι αντίστοιχα.

Έτος 2011

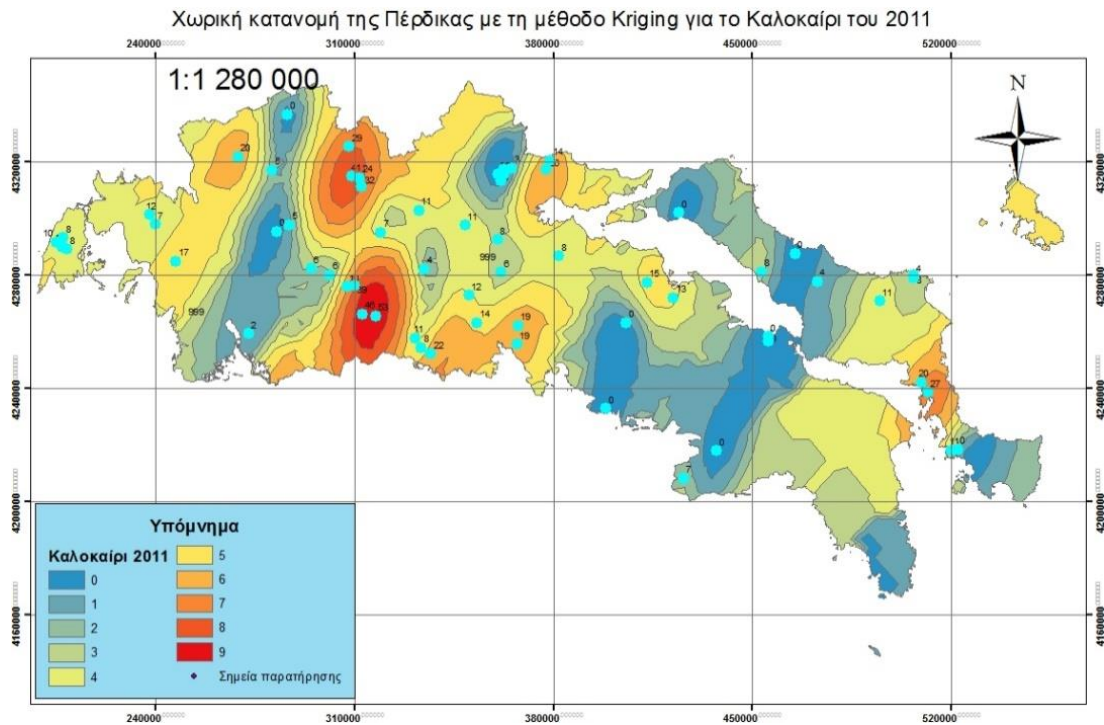


Εικόνα 15: Χάρτης Kriging για την Άνοιξη του 2011

Πίνακας 18: Αποτελέσματα Kriging για την Άνοιξη του 2011

Model Type: Stable	
Samples	61 of 61
Mean	-0.0182
Root-Mean-Square	5.2623
Mean Standardized	-0.0034
Root-Mean-Square Standardized	0.8008
Average Standard Error	6.7139
Anisotropy	Yes

Για τη μοντελοποίηση των δεδομένων πεδίου για την Άνοιξη του 2011 χρησιμοποιήθηκαν 61 σημεία παρατήρησης γιατί σε αυτά τα σημεία υπήρχαν στοιχεία καταγραφών κατά την Άνοιξη του 2011. Όπως παρατηρούμε και στον πίνακα 18 το mean ανέρχεται στο -0.0182 το Root-Mean-Square σε 5.2623 και το Average Standard Error σε 9.7139 το γεγονός ότι η διαφορά ανάμεσα στο Root-Mean-Square και το Root-Mean-Square είναι μικρή δείχνει μια καλή απόκριση του μοντέλου. Το Root-Mean-Square Standardized πρέπει να είναι κοντά στο 1 και στην εργασία μας ανέρχεται στο 0.8008.



Εικόνα 16: Χάρτης Kriging για το Καλοκαίρι του 2011

Πίνακας 19: Αποτελέσματα Kriging για το Καλοκαίρι του 2011

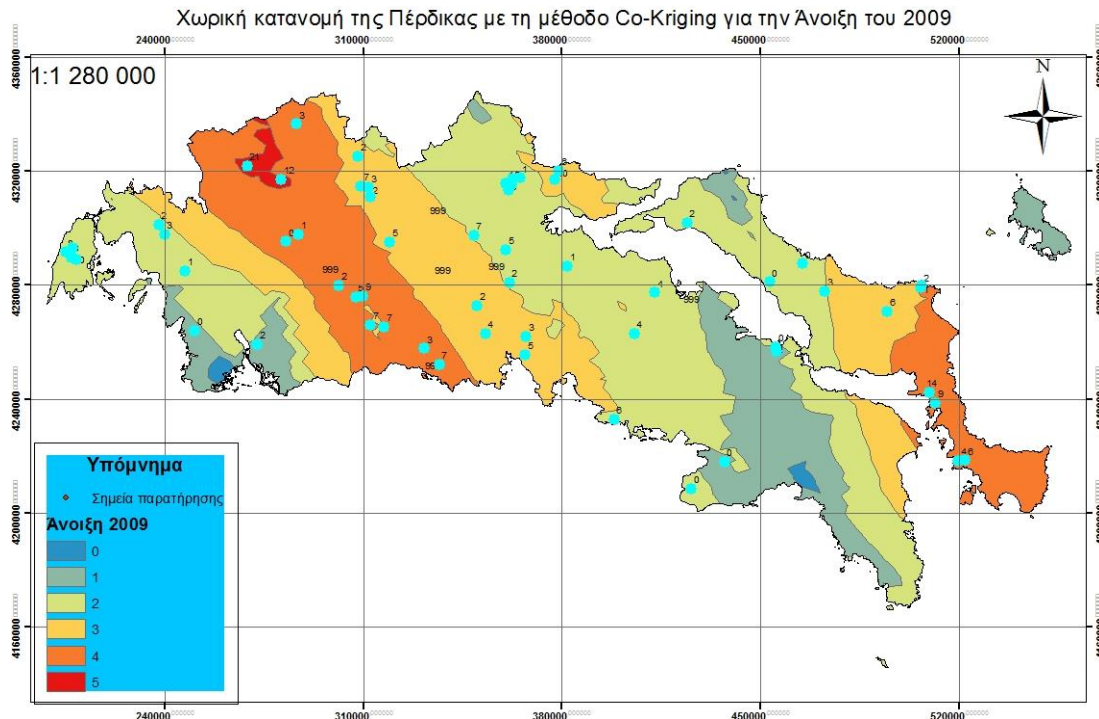
Model Type: Stable	
Samples	63 of 63
Mean	0.190
Root-Mean-Square	8.260
Mean Standardized	0.0047
Root-Mean-Square Standardized	0.896
Average Standard Error	10.605
Anisotropy	Yes

Για τη μοντελοποίηση των δεδομένων πεδίου για το Καλοκαίρι του 2011 χρησιμοποιήθηκαν 63 σημεία παρατήρησης γιατί σε αυτά τα σημεία υπήρχαν στοιχεία καταγραφών κατά το Καλοκαίρι του 2011. Όπως παρατηρούμε και στον πίνακα 19 το mean ανέρχεται στο 0.190 το Root-Mean-Square σε 8.260 και το Average Standard Error σε 10.605 το γεγονός ότι η διαφορά ανάμεσα στο Root-Mean-Square και το Root-Mean-Square είναι μικρή δείχνει μια καλή απόκριση του μοντέλου. Το Root-Mean-Square Standardized πρέπει να είναι κοντά στο 1 και στην εργασία μας ανέρχεται στο 0.896.

3.4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ Co-KRIGING

Στο Co- Kriging μοντέλο χρησιμοποιήθηκαν τα πληθυσμιακά στοιχεία κάθε έτους αλλά και κάθε εποχής καθώς επίσης και οι χάρτες από τους παράγοντες που επηρεάζουν περισσότερο την κατανομή της Πέρδικας, όπως αυτοί προέκυψαν από την ανάλυσή μας προηγουμένως.

2009 SPRING



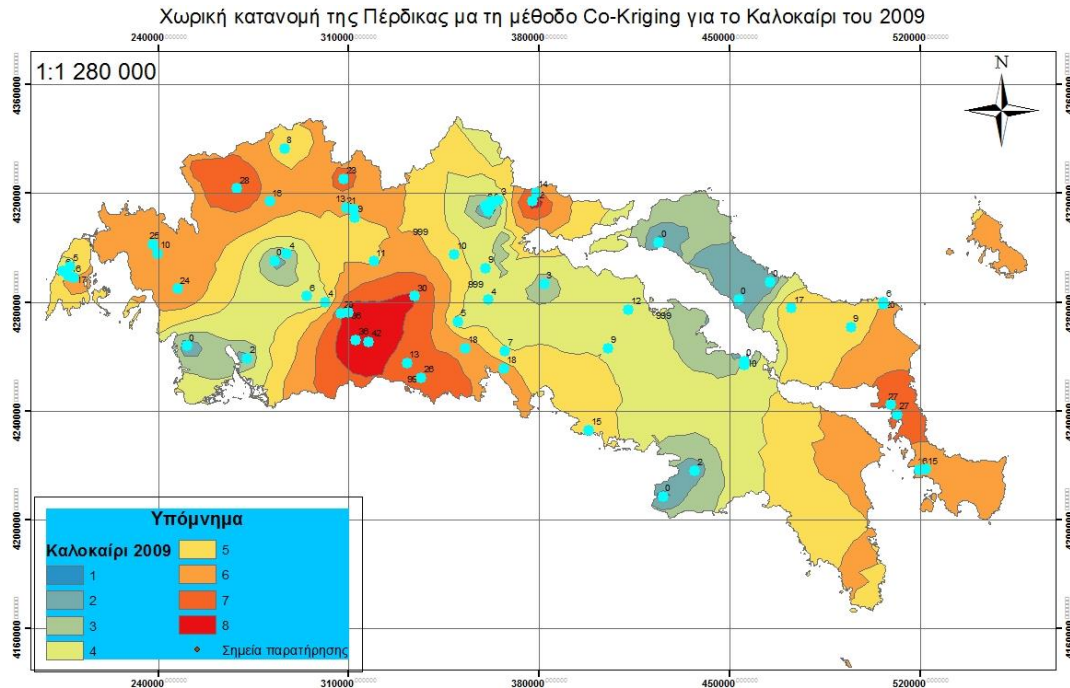
Εικόνα 17: Χάρτης κατανομής της Πέρδικας σε σχέση με το υψόμετρο της περιοχής για την Άνοιξη του 2009

Πίνακας 20: Αποτελέσματα Co-Kriging για την Άνοιξη του 2009

Model Type: Stable	
Samples	59 of 59
Mean	-0.0041
Root-Mean-Square	4.022
Mean Standardized	-0.00314
Root-Mean-Square Standardized	1.045
Average Standard Error	3.838

Για τη μοντελοποίηση των δεδομένων πεδίου σε συνδυασμό με το υψόμετρο της περιοχής για την Άνοιξη του 2009 χρησιμοποιήθηκαν 59 σημεία παρατήρησης γιατί σε αυτά τα σημεία υπήρχαν στοιχεία καταγραφών κατά την Άνοιξη του 2009. Όπως παρατηρούμε και στον πίνακα 20 το mean ανέρχεται στο -0.0041 το Root-Mean-Square σε 4.022 και το Average Standard Error σε 3.838 το γεγονός ότι η διαφορά ανάμεσα στο Root-Mean-Square και το Root-Mean-Square Standardized είναι μικρή δείχνει μια καλή απόκριση του μοντέλου. Το Root-Mean-Square Standardized πρέπει να είναι κοντά στο 1 και στην εργασία μας ανέρχεται στο 1.045.

2009 SUMMER



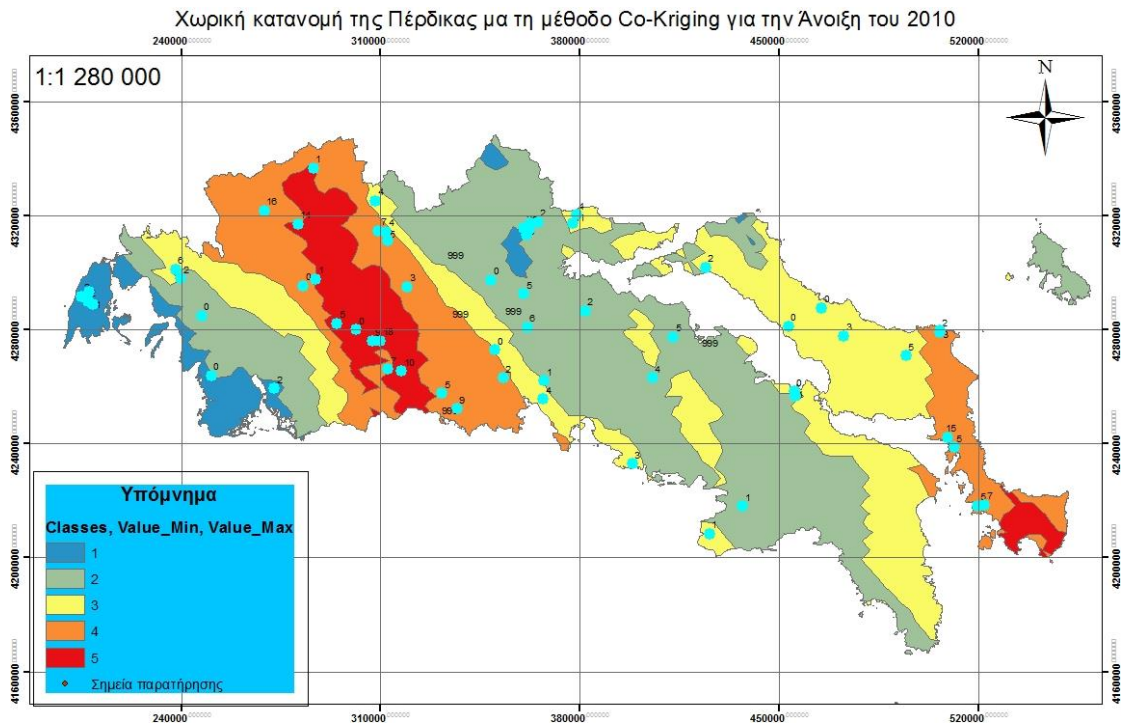
Εικόνα 18: Χάρτης κατανομής της Πέρδικας σε σχέση με το υψόμετρο της περιοχής για το Καλοκαίρι του 2009

Πίνακας 21: Αποτελέσματα Co-Kriging για το Καλοκαίρι του 2009

Model Type: Stable	
Samples	61 of 61
Mean	0.133
Root-Mean-Square	9.875
Mean Standardized	0.0050
Root-Mean-Square Standardized	0.927
Average Standard Error	10.810

Για τη μοντελοποίηση των δεδομένων πεδίου σε συνδυασμό με το υψόμετρο της περιοχής για το Καλοκαίρι του 2009 χρησιμοποιήθηκαν 61 σημεία παρατήρησης γιατί σε αυτά τα σημεία υπήρχαν στοιχεία καταγραφών κατά το Καλοκαίρι του 2009. Όπως παρατηρούμε και στον πίνακα 21 το mean ανέρχεται στο 0.133 το Root-Mean-Square σε 9.875 και το Average Standard Error σε 10.810 το γεγονός ότι η διαφορά ανάμεσα στο Root-Mean-Square και το Root-Mean-Square Standardized πρέπει να είναι κοντά στο 1 και στην εργασία μας ανέρχεται στο 0.927.

2010 SPRING



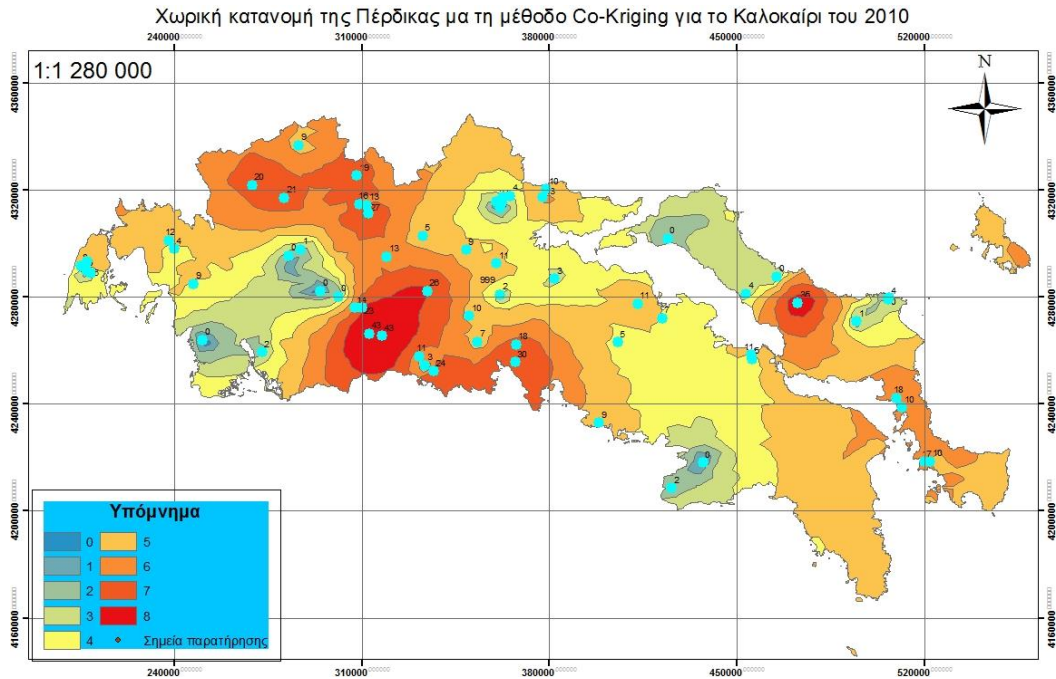
Εικόνα 18: Χάρτης κατανομής της Πέρδικας σε σχέση με το υψόμετρο της περιοχής για την Άνοιξη του 2010

Πίνακας 22: Αποτελέσματα Co-Kriging για την Άνοιξη του 2010

Model Type: Stable	
Samples	60 of 60
Mean	-0.0236
Root-Mean-Square	4.0776
Mean Standardized	-0.0066
Root-Mean-Square Standardized	0.950
Average Standard Error	4.311

Για τη μοντελοποίηση των δεδομένων πεδίου σε συνδυασμό με το υψόμετρο της περιοχής για την Άνοιξη του 2010 χρησιμοποιήθηκαν 60 σημεία παρατήρησης γιατί σε αυτά τα σημεία υπήρχαν στοιχεία καταγραφών κατά την Άνοιξη του 2010. Όπως παρατηρούμε και στον πίνακα 22 το mean ανέρχεται στο -0.0236 το Root-Mean-Square σε 4.0776 και το Average Standard Error σε 4.311 το γεγονός ότι η διαφορά ανάμεσα στο Root-Mean-Square και το Root-Mean-Square είναι μικρή δείχνει μια καλή απόκριση του μοντέλου. Το Root-Mean-Square Standardized πρέπει να είναι κοντά στο 1 και στην εργασία μας ανέρχεται στο 0.950.

2010 SUMMER



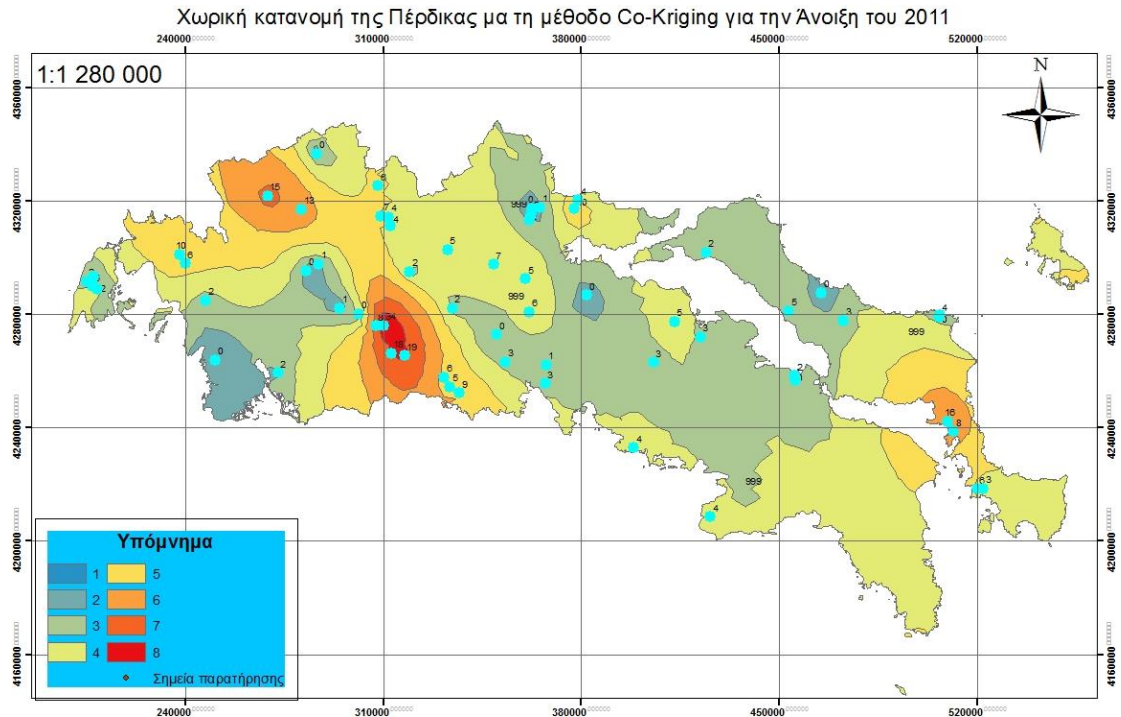
Εικόνα 19: Χάρτης κατανομής της Πέρδικας σε σχέση με το υψόμετρο της περιοχής για το Καλοκαίρι του 2010

Πίνακας 23: Αποτελέσματα Co-Kriging για το Καλοκαίρι του 2010

Model Type: Stable	
Samples	64 of 64
Mean	0.0801
Root-Mean-Square	8.3482
Mean Standardized	0.0028
Root-Mean-Square Standardized	1.0447
Average Standard Error	8.1351

Για τη μοντελοποίηση των δεδομένων πεδίου σε συνδυασμό με το υψόμετρο της περιοχής για το Καλοκαίρι του 2010 χρησιμοποιήθηκαν 64 σημεία παρατήρησης γιατί σε αυτά τα σημεία υπήρχαν στοιχεία καταγραφών κατά το Καλοκαίρι του 2010. Όπως παρατηρούμε και στον πίνακα 23 το mean ανέρχεται στο 0.0801 το Root-Mean-Square σε 8.3482 και το Average Standard Error σε 8.1351 το γεγονός ότι η διαφορά ανάμεσα στο Root-Mean-Square και το Root-Mean-Square Standardized πρέπει να είναι κοντά στο 1 και στην εργασία μας ανέρχεται στο 1.0447.

2011 SPRING



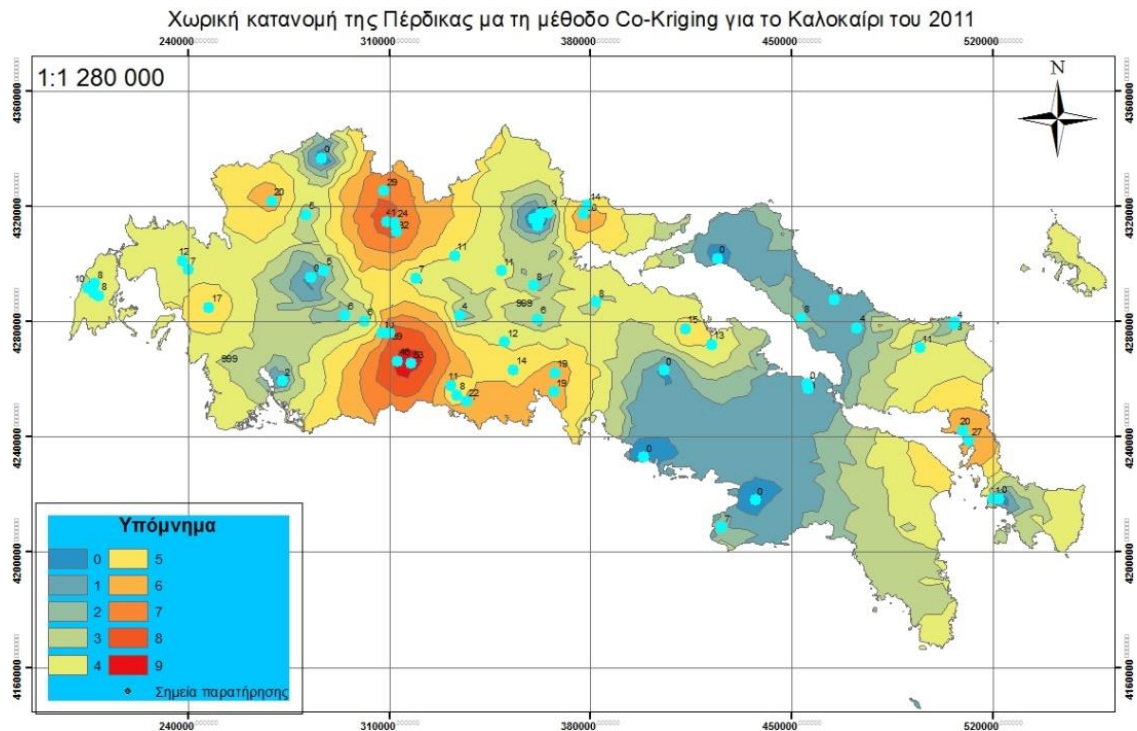
Εικόνα 20: Χάρτης κατανομής της Πέρδικας σε σχέση με το υψόμετρο της περιοχής για την Άνοιξη του 2011

Πίνακας 24: Αποτελέσματα Co-Kriging για την Άνοιξη του 2011

Model Type: Stable	
Samples	61 of 61
Mean	0.0747
Root-Mean-Square	5.0396
Mean Standardized	0.00708
Root-Mean-Square Standardized	1.2096
Average Standard Error	4.5143

Για τη μοντελοποίηση των δεδομένων πεδίου σε συνδυασμό με το υψόμετρο της περιοχής για την Άνοιξη του 2011 χρησιμοποιήθηκαν 61 σημεία παρατήρησης γιατί σε αυτά τα σημεία υπήρχαν στοιχεία καταγραφών κατά την Άνοιξη του 2011. Όπως παρατηρούμε και στον πίνακα 24 το mean ανέρχεται στο 0.0747 το Root-Mean-Square σε 5.0396 και το Average Standard Error σε 4.5143 το γεγονός ότι η διαφορά ανάμεσα στο Root-Mean-Square και το Root-Mean-Square Standardized πρέπει να είναι κοντά στο 1 και στην εργασία μας ανέρχεται στο 1.2096.

2011 SUMMER



Εικόνα 21: Χάρτης κατανομής της Πέρδικας σε σχέση με το υψόμετρο της περιοχής για το Καλοκαίρι του 2011

Πίνακας 25: Αποτελέσματα Co-Kriging για το Καλοκαίρι του 2011

Model Type: Stable	
Samples	63 of 63
Mean	0.4096
Root-Mean-Square	9.0386
Mean Standardized	0.0228
Root-Mean-Square Standardized	1.0270
Average Standard Error	9.4788

Για τη μοντελοποίηση των δεδομένων πεδίου σε συνδυασμό με το υψόμετρο της περιοχής για το Καλοκαίρι του 2011 χρησιμοποιήθηκαν 63 σημεία παρατήρησης γιατί σε αυτά τα σημεία υπήρχαν στοιχεία καταγραφών κατά το Καλοκαίρι του 2011. Όπως παρατηρούμε και στον πίνακα 25 το mean ανέρχεται στο 0.4096 το Root-Mean-Square σε 9.0386 και το Average Standard Error σε 9.4788 το γεγονός ότι η διαφορά ανάμεσα στο Root-Mean-Square και το Root-Mean-Square είναι μικρή δείχνει μια καλή απόκριση του μοντέλου. Το Root-Mean-Square Standardized πρέπει να είναι κοντά στο 1 και στην εργασία μας ανέρχεται στο 1.0270.

ΕΝΟΤΗΤΑ 4

4.1 Συμπεράσματα

Κατά τη διάρκεια των αναλύσεων κρίθηκε σκόπιμο η μοντελοποίηση να πραγματοποιηθεί σε όμοιους περιβαλλοντικούς παράγοντες δηλαδή έγινε π.χ. η μοντελοποίηση των δεδομένων παρουσίας – απουσίας σε συνδυασμό μόνο με τους τοπογραφικούς παράγοντες ή μόνο με του κλιματικούς παράγοντες. Οι σημαντικότεροι παράγοντες από κάθε συνδυασμό χρησιμοποιήθηκαν στην τελική εφαρμογή του μοντέλου μέγιστης εντροπίας (MAXENT) και μας έδωσαν το τελικό αποτέλεσμα. Ο συνδυασμός των βασικότερων παραγόντων που επηρεάζουν την κατανομή της Πέρδικας μας έδωσε ένα αποτέλεσμα AUC=0.884 που θεωρείται αρκετά ικανοποιητικό. Οι βασικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την εξάπλωση του είδους είναι το υψόμετρο κατά 72.1% και οι χρήσεις γης κατά 17.9 %. Η σημαντικότητα αυτών των παραγόντων είναι μεγάλη γιατί συμβάλουν κατά ένα μεγάλο ποσοστό και στο μοντέλο, συγκεκριμένα η συμμετοχή του υψομέτρου συμβάλει κατά 75% στο μοντέλο και οι χρήσεις γης συμβάλουν κατά 18.9%. Η όπως προκύπτει από τη μοντελοποίηση η Πέρδικα προτιμά μέρη πάνω από 500 μέτρα υψόμετρο. Από τις χρήσεις γης αυτές που συμβάλουν περισσότερο στην εξάπλωση του είδους είναι οι: Θάμνοι και χερσότοποι (322), Σκληροφυλλική βλάστηση (323), Δάσος πλατύφυλλων (311), Χώροι εξορύξεως ορυκτών (131), Εκτάσεις με αραιή βλάστηση (333), Φυσικοί βοσκότοποι (321), Δάσος κωνοφόρων (312), Μικτό δάσος (313), Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις (324).

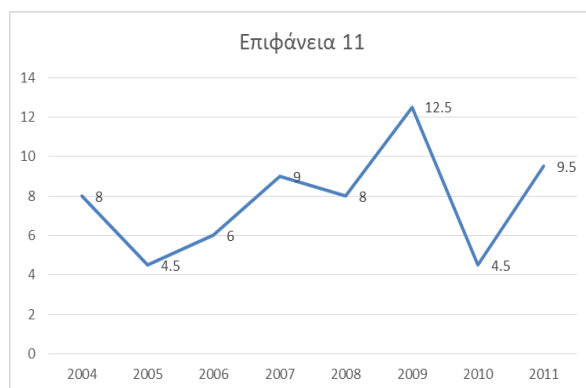
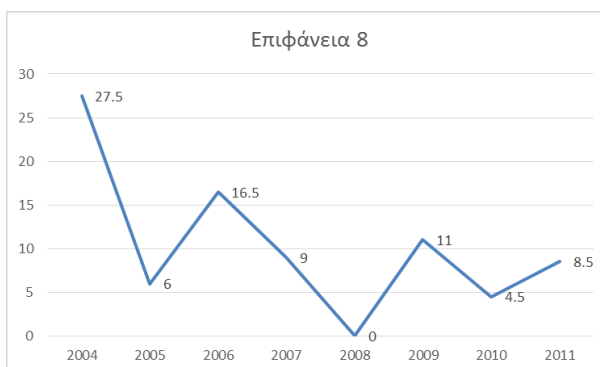
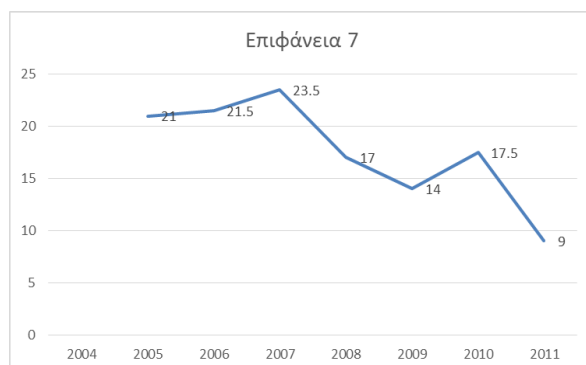
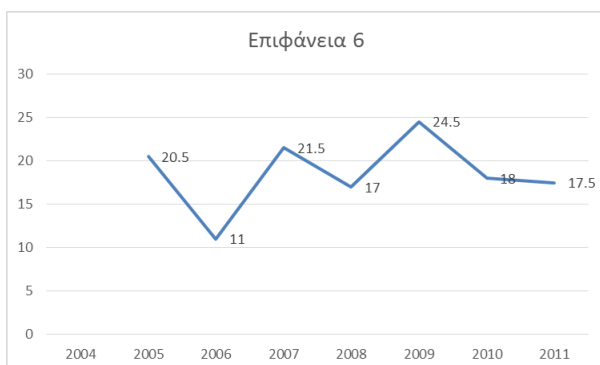
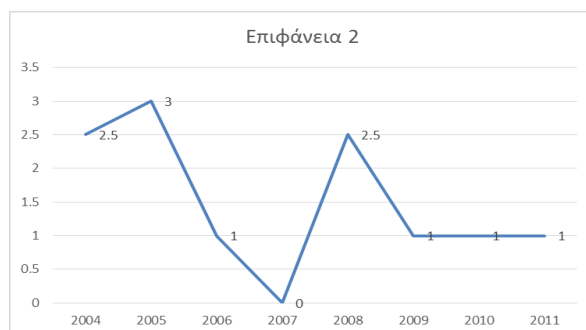
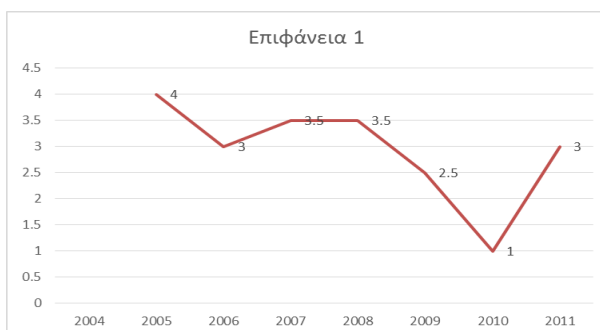
Εφαρμόζοντας το μοντέλο Kriging και χρησιμοποιώντας τα πληθυσμιακά δεδομένα της εμφάνισης της Πέρδικας παρατηρούμε ότι για κάθε εποχή και για κάθε έτος η απόκριση του μοντέλου είναι καλή δεδομένου ότι οι διαφορές ανάμεσα στο Average Standard Error και το Root-Mean-Square είναι μικρές καθώς και το Root-Mean-Square Standardized είναι κοντά στο 1. Χαρτογραφικά φαίνεται μια ομοιότητα στις περιοχές που μας προσδιορίζει και το μοντέλο της μέγιστης εντροπίας ως περιοχές με μεγαλύτερη πιθανότητα για την εμφάνιση της Πέρδικας. Διαφοροποιήσεις μεταξύ των περιόδων της Άνοιξης και του Καλοκαιριού οφείλονται στο γεγονός ότι μεσολαβεί η περίοδος της αναπαραγωγής.

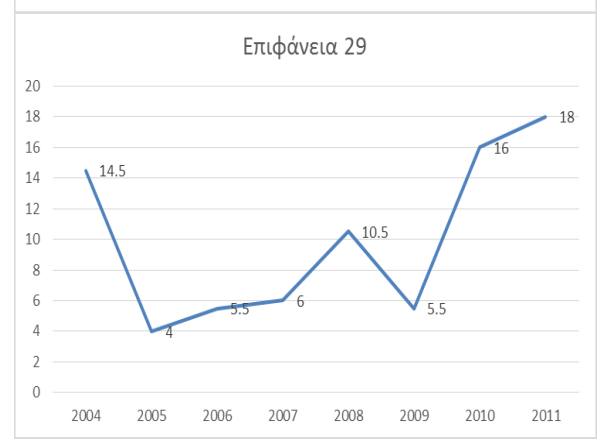
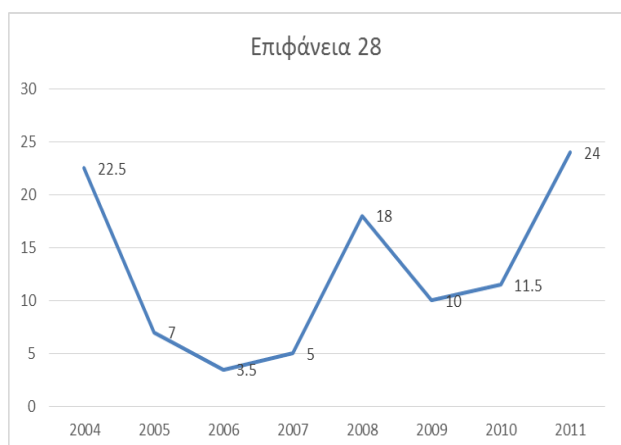
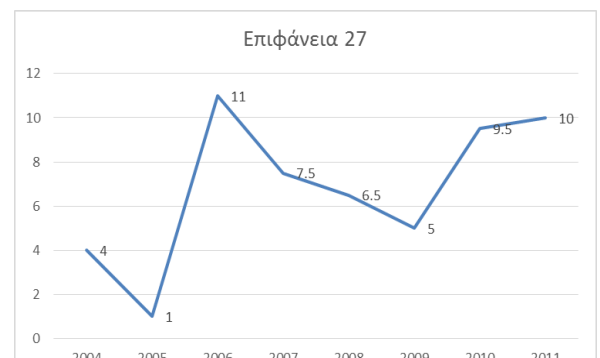
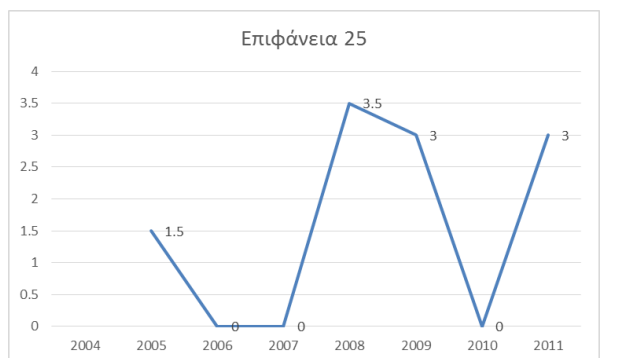
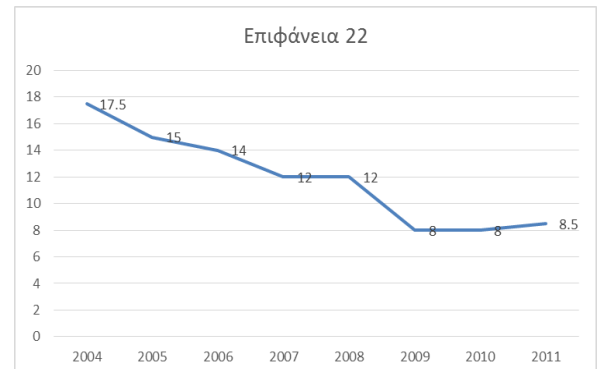
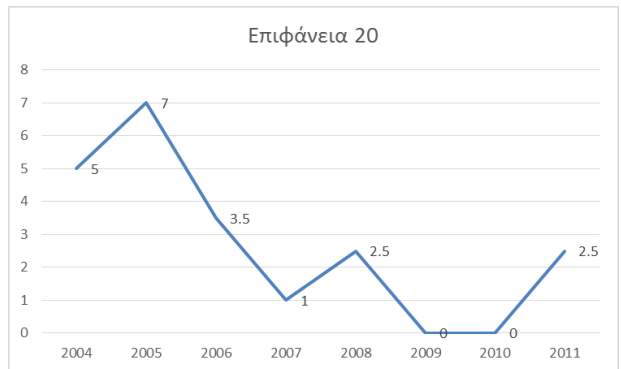
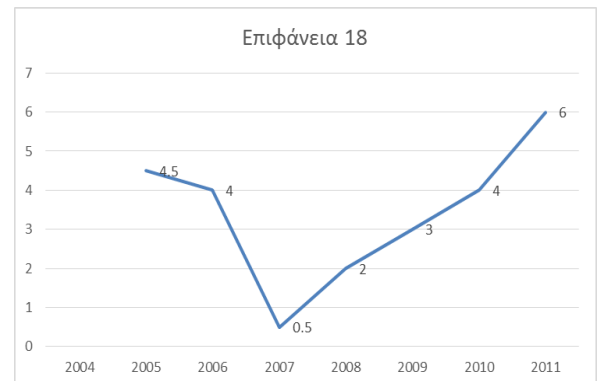
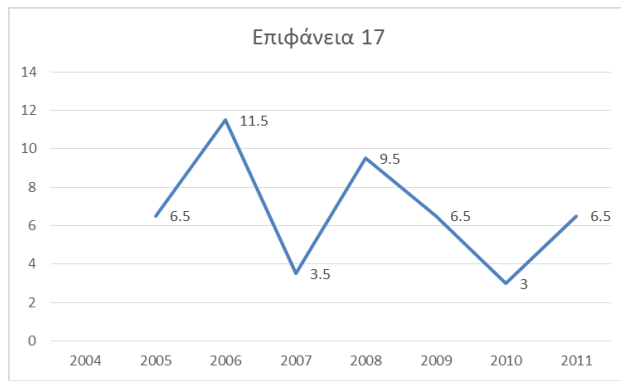
Συνδυάζοντας τα πληθυσμιακά δεδομένα με τα δεδομένα υψομέτρου (co-kriging) για κάθε έτος και κάθε εποχή παρατηρούμε ότι μικραίνει ακόμα περισσότερο η διαφορά ανάμεσα στο Average Standard Error και το Root-Mean-Square ενώ επίσης και οι τιμές για το Root-Mean-Square Standardized είναι ακόμα πιο κοντά στο 1 δίνοντας μια καλύτερη ικανότητα πρόβλεψης του μοντέλου. Χαρτογραφικά συγκρίνοντας τους co-kriging χάρτες με τους χάρτες που παράγει το MAXENT μοντέλο παρουσιάζονται ομοιότητες στις περισσότερες των περιπτώσεων. Οι διαφοροποιήσεις που παρουσιάζονται οφείλονται στη μεσολάβηση της αναπαραγωγικής περιόδου καθώς και στην ζωνικότητα που παρουσιάζεται στο υψόμετρο.

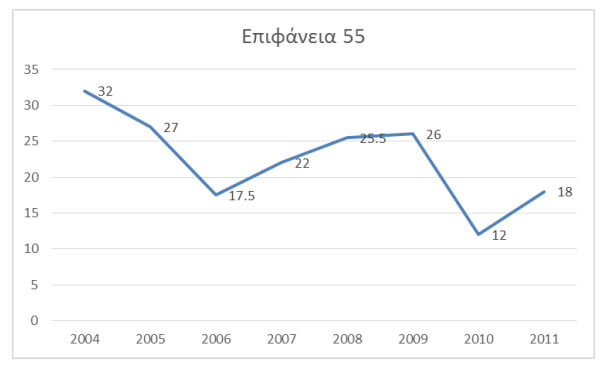
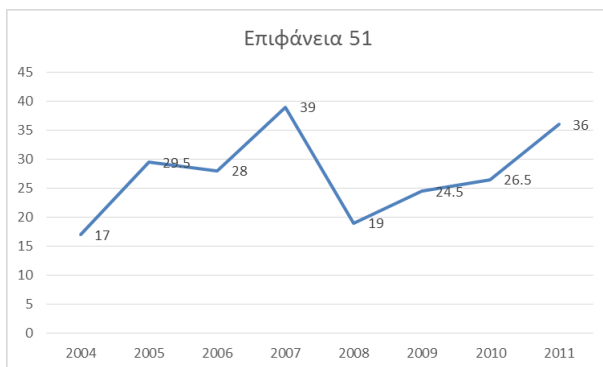
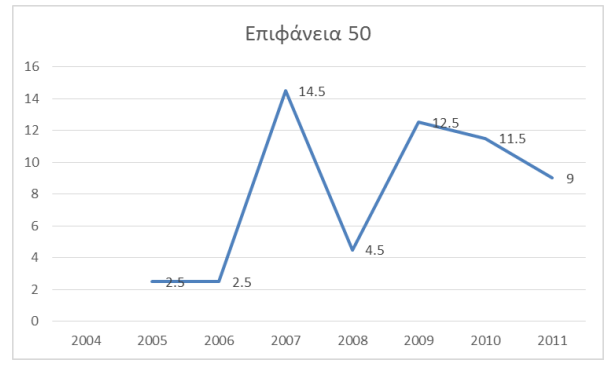
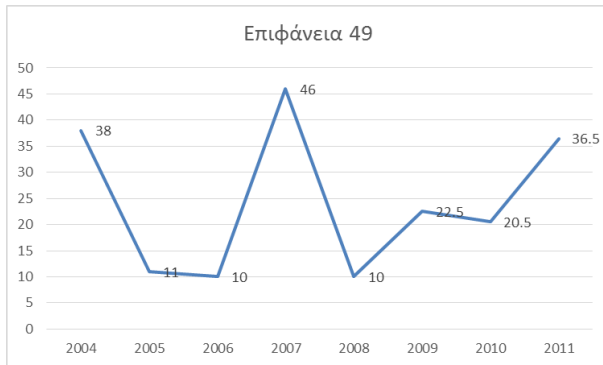
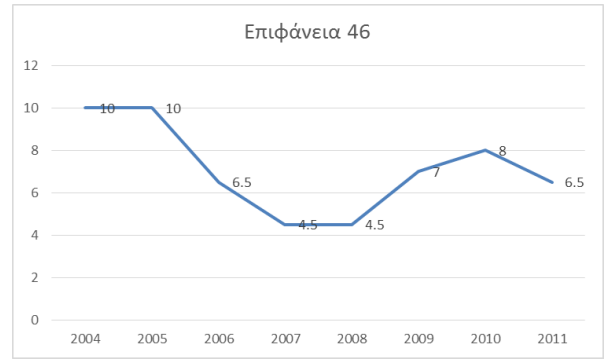
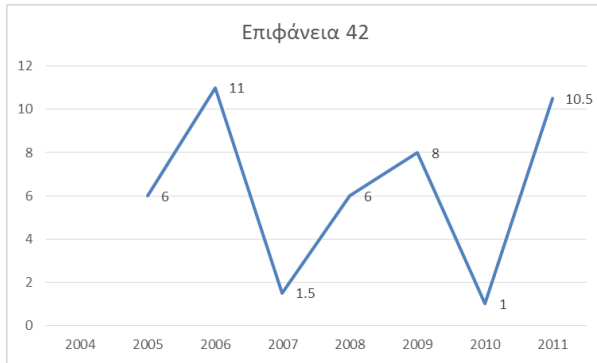
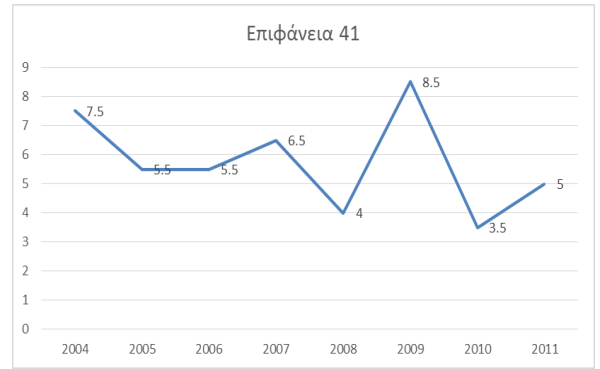
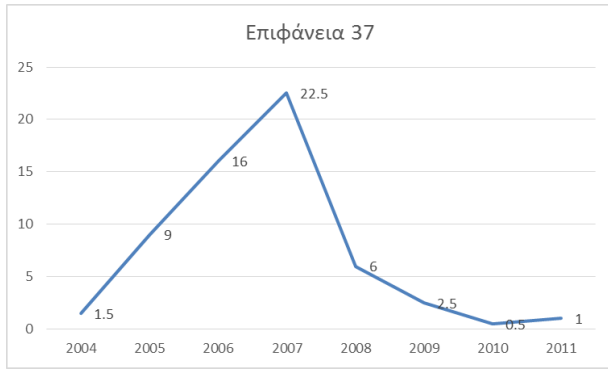
Ενδιαφέρον θα είχε σε επόμενη φάση της εργασίας να εφαρμοστεί και κάποιο άλλο μοντέλο χωρικής παρεμβολής όπως π.χ η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση (GWR).

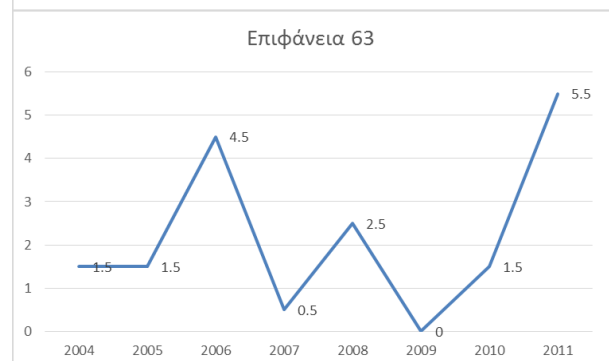
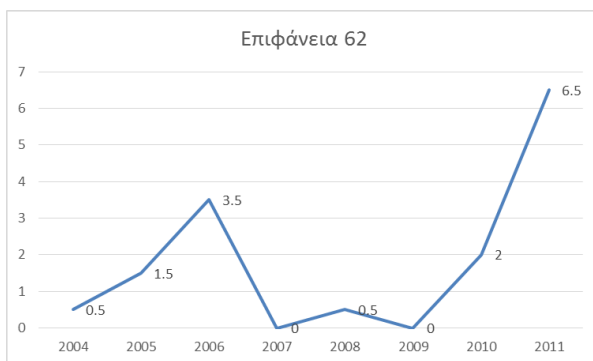
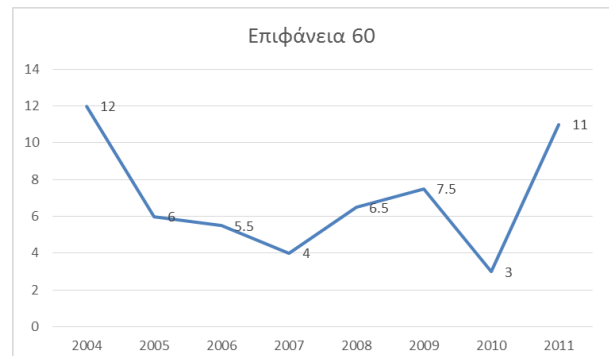
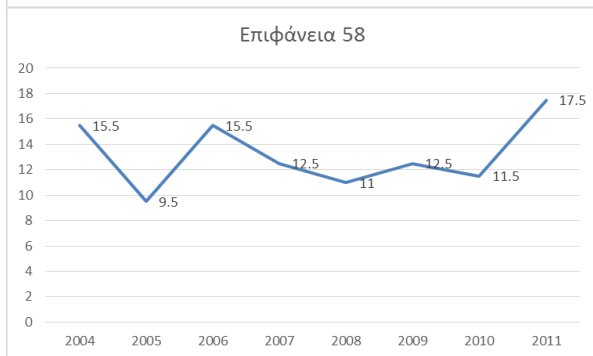
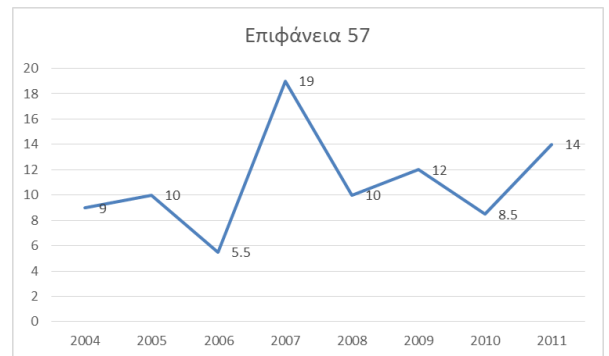
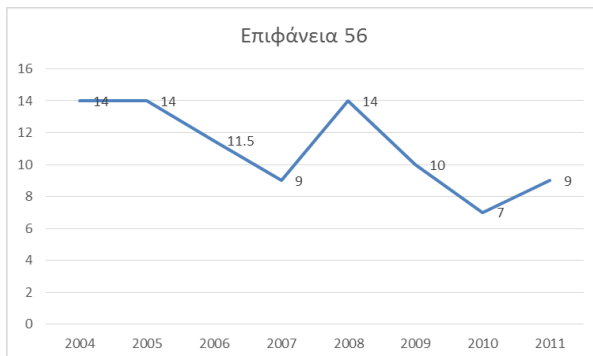
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ

Σε αυτό το παράρτημα παρουσιάζονται τα διαγράμματα μερικών γραμμικών διαδρομών της περιοχής μελέτης. Τα διαγράμματα προέκυψαν από τον μέσο όρο της άνοιξης και του καλοκαιριού του κάθε έτους. Στον άξονα των Y παρουσιάζονται οι μέσοι όροι του παρατηρούμενου πληθυσμού και στον άξονα των X είναι το έτος. Σε όλες τις περιπτώσεις οι καμπύλες παρουσιάζουν μικρές διακυμάνσεις από έτος σε έτος. Οι γραμμικές διαδρομές (στα διαγράμματα αναφέρονται ως επιφάνειες) επιλέχθηκαν με βάση την χρονοσειρά των δεδομένων και επιλέξαμε τις πιο πλήρεις γραμμικές διαδρομές. Σκοπός αυτής της διερεύνησης ήταν να δούμε κατά πόσο υπήρχε σταθερότητα στα παρατηρούμενα άτομα στις γραμμικές διαδρομές. Παρόλες τις διακυμάνσεις τα παρατηρούμενα άτομα είναι σταθερά στις γραμμικές διαδρομές.









ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- Ποϊραζίδης Κων/ωos (2003) Επιλογή βιοτόπων αναπαραγωγής από ημερόβια αρπακτικά πουλιά που συνυπάρχουν στο Εθνικό Πάρκο Δαδιάς – Λευκίμης – Σουφλίου
- Ταπάρης Δ., Ηλιόπουλος Γ. (2013) Προκαταρκτική Διερεύνηση του πληθυσμού του Ζαρκαδιού στο όρος Οίτη.
- Σουλβια Ζακκακ (2010) Μεταπτυχιακή Διατριβή. Εφαρμογή της μεθοδολογίας ESAS για την εκτίμηση των προτύπων διανομής, αφθονίας και συμπεριφοράς θαλασσοπουλιών του Βορείου Αιγαίου.
- Γκαντζούρα Βαϊα (2011) Διδακτορική Διατριβή. Παρασιτικές μολύνσεις με *Fasciola hepatica* σε βιολογικές και συμβατικές εκτροφές μηρυκαστικών
- Γιώργος Παπαμιχαήλ (2011) Improving the conservation status of fauna species in cyprus: from microhabitat restoration to landscape connectivity (life09nat/cy/000247)
- Χριστίνα Κασσάρα (2011) Χωρική προσέγγιση της βιολογίας του είδους *Falco eleosorae* (Aves, Falconiformes) στην Ελλάδα: η περίοδος της αναπαραγωγής, μετανάστευσης και διαχείμασης
- Γιώργος Παπαμιχαήλ Νίκος Φύλλας (2012) IMPROVING THE CONSERVATION STATUS OF FAUNA SPECIES IN CYPRUS: FROM MICROHABITAT RESTORATION TO LANDSCAPE CONNECTIVITY (LIFE09NAT/CY/000247)
- WWf Ελλάς 2010. Βάση δεδομένων απόγραφες των νησιωτικών υγροτόπων της Ελλάδας (GrlsWet. 2010.08.05)
- Κουτσογιάννης Δ, Ανδρεαδάκης Α. Μαυροδήμου. Ρ. Χριστοφίδης. Α.. Μαμάσης Ν, Ευστρατιάδης Α.. Κουκουβίνος Α.. Καραβοκύρης Γ.. Κοζάνης Σ.. Μαμάης Δ. & Νουτσόπουλος Κ. 2008. Εθνικό Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων. Υποστήριξη της κατάρτισης Εθνικού Προγράμματος Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων. ΥΠΕΧΩΔΕ - Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων και Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Αθήνα <http://www.itia.ntua.gr/el/docinfo/782/>.
- Καρέτσος, Γ, Τσαγκάρη, Κ. & Προύτσος, Ν. (αδημοσίευτο). Προσ. τίτλος: Βιοκλίμα και βλάστηση της Ελλάδας. ΕΘΙΑΓΕ (ΙΜΔΟ & ΤΔΠ).
- Βλάχος, Α. 2006. Χλωρίδα και βλάστηση και οικολογία του ορεινού όγκου συγκροτήματος των Βαρδουσίων. Διδακτορική Διατριβή, Τμ. Βιολογίας, Παν. Πατρών.

- Δημητρέλλος, Γ.Ν. 2005. Γεωβοτανική έρευνα του όρους Τυμφρηστού (ΒΔ Στερεά Ελλάδα) Χλωρίδα, βλάστηση, αξιολόγηση, διαχείριση. Δι-δακτορική Διατριβή, Τμ. Βιολογίας, Παν. Πατρών.
- Φοίτος Δ, Κωνσταντινίδης Θ. & Καμάρα Γ. (επιμ εκδ.) 2009. Βιβλίο ερυθρών δεδομένων των σπάνιων και απειλούμενων φυτών της Ελ-λάδας. Τόμοι Α & Β. Ελληνική Βοτανική Εταιρεία.
- Λεγάκης Α. & Μαραγκού. Π. (επιμ εκδ.) 2009. Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας. Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία Αθήνα.
- WWF ΕΛΛΑΣ 2012 Πρόγραμμα «Η Ελλάδα τότε και τώρα Διαχρονική Χαρτογράφηση των Καλύψεων Γης 1987-2007»
- Μπακαλούδης Δ. 2008. Βιολογία Άγριας Πανίδας, Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη, σελ 413.
- Βλάχος Χ. & Δ. Μπακαλούδης. 2009. Διαχείριση Άγριας Πανίδας: Θεωρία και Εφαρμογές, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.
- Λεγάκης Α. & Π. Μαραγκού. 2009. Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδος, Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, Αθήνα, σελ. 525.
- Γκούτνερ Β. 2004. Μορφολογία και συστηματική χορδωτών, Μέρος Τρίτο: Πτηνά και Θηλαστικά.
- Κανάρη Π, Σουλακέλλης Ν, Μπαλούρδος Δ, Χωρική στατιστική και οι γεωγραφικές ανισότητες της γήρανσης στην Ελλάδα
- Γκριτζάπη Αικατερίνη Μεταπτυχιακή Διατριβή «Ανάπτυξη και χωρική Ανάλυση μετεωρολογικών Δεδομένων στον Ελλαδικό Χώρο » 2011, 47-48
- Καλύβα Δ., 1989 Μελέτη μεταβλητότητας εδαφολογικών ιδιοτήτων με τη βοήθεια της γεωστατιστικής στη περιοχή της Καρδίτσας. Σελ 37.
- Κόλλια – Κουσούρη, Β, 2000. Γεωγραφικά πληροφοριακά Συστήματα, πανεπιστημιακές Σημειώσεις Διδασκαλίας, γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Γκαντζούρα Βαϊα. Διδακτορική Διατριβή «Παρασιτικές Μολύνσεις με *Fasciola hepatica* σε Βιολογικές και Συμβατικές Εκτροφές Μηρυκαστικών. 2011

ΞΕΝΗ

- Rangel, T.F., Diniz-Filho, J.A. & Bini, L.M. (2006) Towards an integrated computational tool for spatial analysis in macroecology and biogeography. *Global Ecology and Biogeography*, 15, 321–327

- Diniz-Filho, J.A.F., Bini, L.M. & Hawkins, B.A. (2003) Spatial autocorrelation and red herrings in geographical ecology. *Global Ecology and Biogeography*, 12, 53–64
- Fortin, M.-J. & Dale, M.R.T. (2005) *Spatial analysis: a guide for ecologists*. Cambridge University Press, Cambridge
- Aubry, P. & Debouzie, D. (2000) Geostatistical estimate variance for the spatial mean in two-dimensional systematic sampling. *Ecology*, 81, 543–553.
- Lin, Y.P. & Rouhani, S. (2001) Multiple-point variance analysis for optimal adjustment of a monitoring network. *Environmental Monitoring and Assessment*, 69, 239–266.
- Carroll, S.S. & Pearson, D.L. (2000) Detecting and modeling spatial and temporal dependence in conservation biology. *Conservation Biology*, 14, 1893–1897.
- Lin, Y.P., Chang, T.K. & Teng, T.P. (2001) Characterization of soil lead by comparing of sequential Gaussian simulation, simulated annealing simulation and kriging methods. *Environmental Geology*, 41, 189–199.
- Isaaks, E.H. & Srivastava, R.M. (1989) *An introduction to applied geostatistics*. Oxford University Press, New York.
- Durr, PA. , Gething, P.W. , Atkinson, P.M. , Sayers, A.R. and McDonald, R.M. (2006) Geostatistical interpolation of wildlife disease prevalence determined by road casualty surveys
- Kush Kushwah , R.J. Rao, Bidyalakshmi Phurailatpam (2012) *Geo-Spatial Modelling of Habitat Suitability of wildlife species of Kuno Wildlife Sanctuary*
- Montrnollin. B. de & Su-ahm. W. (Eds). 2005. *The Top 50 Mediterranean Island Rants: wad plants at the brink of extinction, and vWiat is needed to save them*. IUCWSSC Mediterranean Islands Plant Specialist Group. IUCN. Gland. Switzerland and Cambridge. UK.
- Valakos. E.D.. Pafilis. P, So tiro poulos. K.. Lymberakis. P, Maragou. P. & Foufopoulos. J. 2008. *The amphibians and reptiles of Greece Chimaira*. Frankfurt am Main
- Svensson L., Grant P.J., Mullarney K. & D. Zetterstrom. 1999. *Collins Buird Guide*, pp: 399.
- Heredia B., Laurence R. & M. Painter. 1996. *Globally Threatened Birds in Europe*, Council of Europe, pp: 408.
- Alerstam T. 1982. *Bird Migration*, Cambridge University Press, pp: 420.
- Burfield I. & F. Bommel. 2004. *Birds in Europe, population estimates, trends and conservation status*, Cambridge, UK, pp: 374.
- Hagemeyer E.J.M. & M.J. Blair (editors). 1997. *The EBCC Atlas of European Breeding Birds: Their Distribution & Abundance*, T&AD Poyser, London, pp: 903.

- Ornis Committee. 2009. Key Concepts of Article 7(4) of Directive 79/409/EEC.
- Cramp S (chief editor). 1994. Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Africa, Volume IV, Oxford University Press, pp: 960. BirdLife International (2013) Species factsheet: *Alectoris graeca*. Downloaded from <http://www.birdlife.org>
- V.A. Bontzorlos, C.G. Vlachos, E.N. Chatzinikos, E.A. Dedousopoulou, D.K. Kiouisis & C. Thomaides, (2012), Rock partridge (*Alectoris graeca graeca*) population density and trends in Central Greece, *Animal Biodiversity and Conservation*, vol. 32 (2): 371 – 380
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L. & Thomas, L., 2001. Introduction to distance sampling—estimating abundance of biological populations. Oxford University Press, Oxford.
- Sara, M., 1989. Density and biology of the rock partridge (*Alectoris graeca whitakeri*) in Sicily (Italy). *Italian Journal of Zoology*, 56: 151–157.
- Manios, N., 2002. The ecology of the rock partridge *Alectoris graeca graeca* in Epirus and Fokida (Greece). Ph. D. Thesis, Aristotle Univ. of Thessaloniki.
- Bragin, N., Singh, N. J. & Reading, R. P., 2013. Creating a Ruggedness Layer for Use in Habitat Suitability Modeling for Ikh Nart Nature Reserve, Mongolia. *Mong. J. Biol. Sci.*, 11(1-2): 19-23.
- Cliff, A. and J.K. Ord (1981): *Spatial Processes: Models and Applications*. London, Pion
- Burrough P.A & McDonnell R. A. 1998 *Principlew of Geographikal Information Systems*. Oxford University Press Inc., New York.
- Using ArcGIS Geostatistical Analyst, 2001
- Yun-sheng, W., Bing-Yan,X., Fang-hao, W., Qi-Ming, X., Liang-ying, D., 2007 The potential geographic distribution of *Randopholus similis* in China. *Agr.Sci,China* 6, 1444-1449
- Stockwell, D.R.B., Peterson AT., 2002 Effects of sample size on accuracy of species distribution models. *Ecol. Model.* 148. 1-13
- Elith, J., Graham, H.C., Anderson, P.R., Dudik, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, J.R., Huettmann, F., Leathwick, R.J., Lehmann, A., Lohmann, G.L, Loisele, A.B., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J.M., Townsend, PA, Phillips, J.S., Richardson, K., Scachetti-Pireira, R., Scharpire, E.R., Sobej-on, J., Williams, S., Wisz, S.M., Zimmermann, E.N., 2006. Novel methods improve prediction of species' distribution from occurrence data. *Ecography* 29, 129-151.
- Myngyang, L., Yunwei, J., Kumar, S., Stohlgren, T.J., 2008. Modeling potential habitats for species *Dressena polymorpha* in continental USA. *Acta Ecol. Sin.* 28. 4253-4258

- Philips, S.J., Dudik, M., Schapire, R. E., (2006) Epidemiological studies of *Fasciola gigantica* infections in cattle in the highyield and low lowyierd communal grazing areas of Zimbabwe. *Onderstepoort Jural of Veterinary Research*, 73 (1): 37- 51.
- Philips, S.J., Anderson, R,P Schapire, R.E., 2006. Maximum Entropy modeling of species geographic distribution. *Ecol. Model.* 190, 231-259.
- Philips, S.J., Dudik, M., 2008. Modeling of species distribution with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31. 161-175
- Zweig, M.H., Cambel. G., (1993). Receiver operating characteristic (ROC) plots: a fundamental evaluation tool in climatic medicine. *Clinical Chemistry*, 39, 561-577.
- Fielding, A. H., Bell, J. F., (1997). A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation*, 24: 38-49
- Hanley, J.A., McNeil, B.J., (1982). The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology*, 143, 29-36.
- Swets, J. A., (1988). Measuring the accuracy of diagnostic systems.
- Negga. H. E., (2007). Predictive Modelling of Amphibian Distribution Using Ecological Survey Data: a case study of Central Portugal. Master of Science (Msc). University of Twente, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Enschede. The Netherlands, pp. 16. (http://www.itc.nl/library/papers_2007/msc/gemnegga.pdf)
- Stockwell, D.R.B., Peterson, A.T., (2002). Effects of sample size on accuracy of species distribution models. *Ecological Modeling*, 148: 1-13.
- Papes, M., Baubert, P., (2007). Modeling ecological niches from low numbers of occurrences: assessment of the conservation status of poorly known viverids (Mammalia, Carnivora) across two continents. *Diversity and Distributions*, 13: 890-902
- Pearson, R.G., Raxworthy, C.J., Nakamura, M., Peterson, A.T., (2007) Predicting distributions from small numbers of occurrence records: A test case using cryptic geckos in Madagascar. *Jurnal of Biogeography*, 34: 102-117.

Ιστοσελίδες

<http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=100600139>

http://www.teiep.gr/kte/pdf/oik_plith/2.pdf