



ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ & ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Η ΦΥΛΟΓΕΝΕΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗΣ ΟΡΝΙΘΟΠΙΑΝΙΔΑΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ
ΚΕΡΚΙΝΗΣ

THE PHYLOGENETIC ANALYSIS OF THE IMPORTANT AVIFAUNA OF LAKE KERKINI.



ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΑΣΚΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΤΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ

Γ. ΓΚΑΦΑΣ

ΒΟΛΟΣ 2025

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία εξετάζει τη βιοποικιλότητα των πτηνών στη λίμνη Κερκίνη, έναν από τους σημαντικότερους υγροτόπους της Ευρώπης. Στόχος είναι η σύγκριση της ιστορικής κατάστασης της ορνιθοπανίδας με τη σημερινή εικόνα, η ανάλυση των οικολογικών συνθηκών που επηρεάζουν τη διατήρησή της και η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών πιέσεων και των μέτρων διαχείρισης που εφαρμόζονται. Βασισμένη σε βιβλιογραφική επισκόπηση, δεδομένα φορέων και σύγχρονες επιστημονικές πηγές, η εργασία αναδεικνύει τον ρόλο της Κερκίνης ως κρίσιμο σταθμό μεταναστευτικών πτηνών και ως περιοχή υψηλής οικολογικής αξίας. Μέσα από αυτήν τη μελέτη προκύπτουν προτάσεις για τη βελτίωση της παρακολούθησης και της προστασίας της ορνιθοπανίδας στην περιοχή, ενισχύοντας τη βιωσιμότητα του οικοσυστήματος.

ABSTRACT

This study examines the bird biodiversity of Lake Kerkini, one of the most important wetlands in Europe. Its objective is to compare the historical state of avifauna with the present situation, analyze the ecological conditions that influence its preservation, and assess the environmental pressures and management measures currently in place. Based on a literature review, institutional data, and modern scientific sources, the thesis highlights Kerkini's role as a critical stopover for migratory birds and as a region of high ecological value. Through this study, proposals emerge for improving the monitoring and protection of avifauna in the area, thus enhancing the sustainability of the ecosystem..

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ii
ABSTRACT	iii
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	iv
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Η ΛΙΜΝΗ ΚΕΡΚΙΝΗ – ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ, ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΝΟΜΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΠΤΗΝΩΝ ΣΤΗ ΛΙΜΝΗ ΚΕΡΚΙΝΗ	13
3.1 Είδη Πτηνών της Λίμνης Κερκίνης:	13
3.2 Εξέλιξη της Ορνιθοπανίδας και Περιβαλλοντική Σημασία της Λίμνης Κερκίνης	18
3.3 Η Ορνιθοπανίδα ως Δείκτης Οικολογικής Υγείας	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΜΕΤΡΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΛΙΜΝΗ ΚΕΡΚΙΝΗ	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ – ΧΡΗΣΗ ΠΗΓΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	36
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	39
Ελληνική Βιβλιογραφία	39
Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία	39

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βιοποικιλότητα, δηλαδή η ποικιλία της ζωής σε όλα τα επίπεδα – γονιδιακό, ειδικό και οικοσυστημικό – αποτελεί θεμελιώδη δείκτη περιβαλλοντικής υγείας και οικολογικής ισορροπίας. Η διατήρησή της είναι κρίσιμη όχι μόνο για την επιβίωση των ειδών, αλλά και για την εξασφάλιση βασικών οικολογικών υπηρεσιών, όπως ο καθαρισμός του νερού, η ανακύκλωση θρεπτικών συστατικών και η ρύθμιση του κλίματος (Ζαχαρή 2024· ΚΠΕ Ποροΐων 2013).

Η έννοια της βιοποικιλότητας ενσωματώνει όχι μόνο την καταγραφή των ειδών, αλλά και τις αλληλεπιδράσεις τους με το περιβάλλον, τις εξελικτικές τους προσαρμογές και την οικολογική τους σημασία. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η προστασία της βιοποικιλότητας ενισχύεται θεσμικά μέσω πολιτικών όπως η Οδηγία 92/43/ΕΟΚ για τους οικοτόπους και η Οδηγία 2009/14/ΕΚ για τα άγρια πτηνά (ΕΕ 2009).



Εικόνα 1. Απεικόνιση της λίμνης Κερκίνης. Οι αριθμοί 1-10 δείχνουν το ιδανικό μονοπάτι που μπορούν να ακολουθήσουν οι επισκέπτες. (Φορέας Διαχείρισης λίμνης Κερκίνης).

Η λίμνη Κερκίνη, ένας από τους σπουδαιότερους υγροτόπους της Ελλάδας και της Νοτιοανατολικής Ευρώπης, αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα οικοσυστήματος υψηλής οικολογικής αξίας. Δημιουργήθηκε το 1932 με την κατασκευή φράγματος στον ποταμό Στρυμόνα και έκτοτε έχει εξελιχθεί σε έναν τεχνητό αλλά οικολογικά πολύτιμο υγρότοπο (Φορέας Διαχείρισης Κερκίνης 2013· Μπλε Κερκίνη 2022). Οι εναλλαγές στη στάθμη του νερού, η εποχικότητα, η πολυπλοκότητα των ενδιαιτημάτων και η γεωγραφική της θέση την καθιστούν σημαντικό σταθμό για εκατοντάδες είδη πτηνών (Καραγιάννης & συν. 2020· ΚΠΕ Ποροίων 2013).

Η οικολογική αξία της λίμνης έχει αναγνωριστεί διεθνώς, με αποτέλεσμα την ένταξή της:

- Στη Συνθήκη Ραμσάρ για τους υγροτόπους διεθνούς σημασίας (Ραμσάρ 1971),
- Στο δίκτυο Natura 2000 (GR1260001 & GR1260002) (ΥΠΠΕΝ 2023),
- Στην Οδηγία 2009/147/EK για τη διατήρηση των άγριων πτηνών (ΕΕ 2009).

Σύμφωνα με στοιχεία του Φορέα Διαχείρισης Λίμνης Κερκίνης, της BirdLife International και του ΚΠΕ Ποροΐων, στην περιοχή έχουν καταγραφεί πάνω από 300 είδη πτηνών (ΚΠΕ Ποροΐων 2013· Blue Kerkini 2022· ZachariE 2024). Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται τουλάχιστον 35 απειλούμενα ή κινδυνεύοντα, ενώ τουλάχιστον 80 είναι μεταναστευτικά.

Ενδεικτικά αναφέρονται:

- *Pelecanus crispus* (Αργυροπελεκάνος): φωλιάζει στις νησίδες του ταμιευτήρα,
- *Ciconia nigra* (Μαυροπελαργός): σπάνιος, προστατευόμενος από την ΕΕ,
- *Grus grus* (Γερανός): διαχειμάζει με μεγάλους πληθυσμούς (ZachariE 2024· Καραγιάννης & συν. 2020).

Η εργασία αυτή στοχεύει στην καταγραφή της ιστορικής και σημερινής παρουσίας πτηνών, στην αξιολόγηση των περιβαλλοντικών πιέσεων (κλιματική αλλαγή, γεωργία, τουρισμός) καθώς και στην ανάδειξη των υφιστάμενων και αναγκαίων μέτρων διαχείρισης και προστασίας.

Η μεθοδολογία βασίζεται σε εκτενή βιβλιογραφική επισκόπηση, με ανάλυση δεδομένων από φορείς (όπως ο Φορέας Διαχείρισης Κερκίνης, το ΚΠΕ Ποροΐων, η Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία) και επιστημονικά άρθρα (ZachariE 2024· Καραγιάννης & συν. 2020).

Η παρούσα εργασία φιλοδοξεί να συνεισφέρει στην τεκμηρίωση και προστασία της ορνιθοπανίδας, αξιοποιώντας παράλληλα σύγχρονα εργαλεία (εικόνες, χάρτες, πίνακες, παραρτήματα) για την επιστημονική και κοινωνική κατανόηση του ρόλου της Κερκίνης ως κρίσιμου υγροτόπου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Η ΛΙΜΝΗ ΚΕΡΚΙΝΗ – ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ, ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΝΟΜΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ

Η λίμνη Κερκίνη αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους τεχνητούς υγροτόπους στην Ελλάδα, με τεράστια σημασία τόσο για τη βιοποικιλότητα όσο και για την οικονομία της περιοχής. Δημιουργήθηκε το 1932 με την ανέγερση φράγματος στον ποταμό Στρυμόνα, με σκοπό την αποθήκευση νερού και την αντιπλημμυρική προστασία της πεδιάδας των Σερρών. Το 1982 πραγματοποιήθηκε ανακατασκευή του φράγματος, γεγονός που βελτίωσε τη λειτουργικότητα και τη δυναμική του υγροτόπου (Φορέας Διαχείρισης Λίμνης Κερκίνης 2013).

Η γεωγραφική της θέση, κοντά στα ελληνοβουλγαρικά σύνορα και στις μεταναστευτικές οδούς της νοτιοανατολικής Ευρώπης, την καθιστά κρίσιμη περιοχή για τα αποδημητικά πτηνά (ZachariE 2024). Η λίμνη βρίσκεται στο νομό Σερρών και καταλαμβάνει έκταση περίπου 54.000 στρεμμάτων, ενώ η συνολική περιοχή του εθνικού πάρκου καλύπτει πάνω από 83.000 στρέμματα. Περιβάλλεται από σημαντικούς ορεινούς όγκους, όπως το Μπέλες και το Κρούσσια, και δέχεται τις απορροές του ποταμού Στρυμόνα καθώς και μικρότερων χειμάρρων.

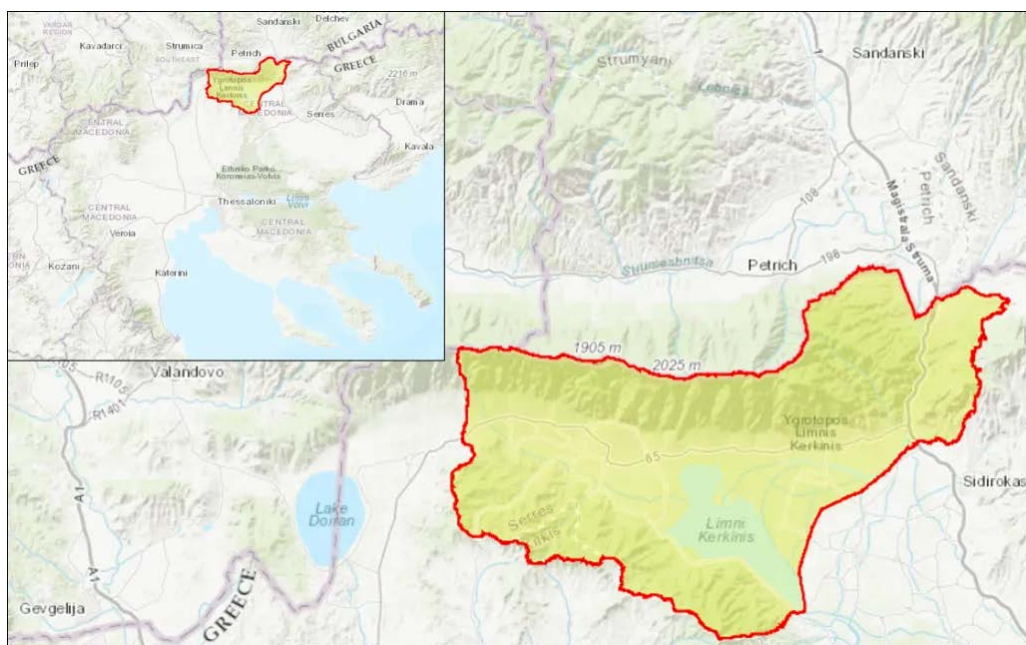


Εικόνα 2. Χάρτης σχετικά με την γεωγραφική τοποθεσία της λίμνης Κερκίνης. (ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ).

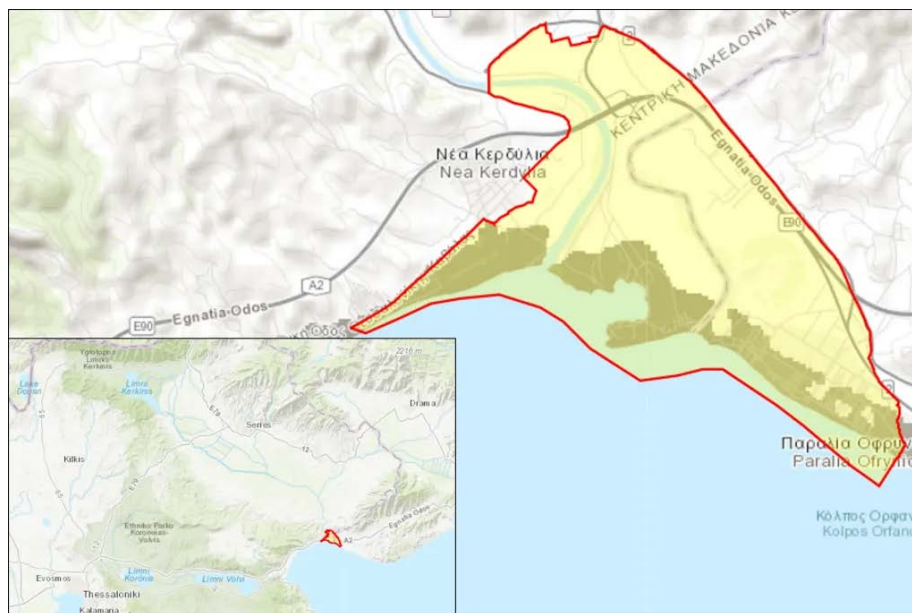
Ο υγρότοπος της Κερκίνης παρουσιάζει μια ποικιλία οικοτόπων, όπως υδάτινες εκτάσεις, καλαμιώνες, λιμνιαίες νησίδες, πλημμυρικές εκτάσεις, παραλίμνιες δασικές ζώνες και γεωργικές περιοχές. Η οικολογική ποικιλομορφία ευνοεί την εγκατάσταση, διαχείριση και αναπαραγωγή εκατοντάδων ειδών πτηνών, μεταξύ των οποίων και σπάνια ή απειλούμενα (ΚΠΕ Ποροΐων 2013).

Η Κερκίνη έχει αναγνωριστεί και προστατεύεται με βάση διεθνείς και εθνικές διατάξεις. Έχει ενταχθεί στη Συνθήκη Ραμσάρ (1971), στο ευρωπαϊκό δίκτυο Natura 2000 (GR1260001 και GR1260002), και στην Οδηγία 2009/147/EK για τη διατήρηση των

άγριων πτηνών (ΕΕ 2009). Επιπλέον, χαρακτηρίζεται ως Ζώνη Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) και Τόπος Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ) (ΥΠΠΕΝ 2023).



Εικόνα 3. Περιοχή Natura 2000: Λίμνη Κερκίνη – Κρούσια – Κορυφές Όρους Μπέλες, Άγγιστρο – Χαρωπό (GR1260001).



Εικόνα 4. Εκβολές ποταμού Στρυμώνα (GR1260002)

Η νομοθεσία για την προστασία των υγροτόπων στηρίζεται επίσης στον νόμο 3937/2011 για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, ενώ ο Φορέας Διαχείρισης της περιοχής, που λειτουργεί από το 2002, έχει ρόλο επιτήρησης, παρακολούθησης και περιβαλλοντικής ενημέρωσης (Blue Kerkiní 2022).

Το νομικό πλαίσιο ενισχύεται από ευρωπαϊκές στρατηγικές, όπως η Στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα 2030 της ΕΕ, που ενθαρρύνει την αποκατάσταση υποβαθμισμένων οικοτόπων και την ενίσχυση των προστατευόμενων περιοχών.

Η Κερκίνη σήμερα λειτουργεί όχι μόνο ως σημαντικός βιότοπος αλλά και ως παράδειγμα συνύπαρξης ανθρώπινων δραστηριοτήτων (γεωργία, κτηνοτροφία, αλιεία, τουρισμός) με τη διατήρηση της φύσης. Η πολυλειτουργικότητα του τοπίου απαιτεί αυστηρό και συνεχές σύστημα παρακολούθησης και διαχείρισης, το οποίο ορίζεται από το

υφιστάμενο νομικό καθεστώς και τις αρχές της βιωσιμότητας (ZachariE 2024· Καραγιάννης & συν. 2020).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ

Η βιοποικιλότητα αποτελεί θεμελιώδη έννοια στην οικολογία και τη σύγχρονη περιβαλλοντική πολιτική. Ο όρος αναφέρεται στην ποικιλία των μορφών ζωής στη Γη, σε όλα τα επίπεδα της βιολογικής οργάνωσης: γονιδιακό, ειδικό και οικοσυστημικό (Ζαχαρή 2024). Η διατήρηση της βιοποικιλότητας αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη βιωσιμότητα των φυσικών οικοσυστημάτων και την παροχή κρίσιμων οικολογικών υπηρεσιών, όπως ο καθαρισμός του νερού, η γονιμοποίηση των φυτών, η ανακύκλωση θρεπτικών συστατικών και η ρύθμιση του κλίματος (ΚΠΕ Ποροΐων 2013).



Εικόνα 5. Η Βιοποικιλότητα στην Ελλάδα. (CNN)

Η απώλεια βιοποικιλότητας οφείλεται κυρίως σε ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η εντατική γεωργία, η αποψίλωση των δασών, η ρύπανση, η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων και η κλιματική αλλαγή (ΕΕ 2009). Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναπτύξει στρατηγικές και θεσμικά εργαλεία για την προστασία της βιοποικιλότητας, όπως το Δίκτυο Natura 2000, η Οδηγία για τα πτηνά και η Οδηγία για τους οικοτόπους (ΥΠΕΝ 2023).

Οι υγρότοποι, όπως η λίμνη Κερκίνη, παίζουν κεντρικό ρόλο στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Αποτελούν ενδιαιτήματα εξαιρετικής σημασίας για τα πτηνά, τα ψάρια, τα αμφίβια και τους ασπόνδυλους οργανισμούς. Παράλληλα, παρέχουν πολλαπλές οικολογικές υπηρεσίες: αποθήκευση νερού, έλεγχο πλημμυρών, σταθεροποίηση του μικροκλίματος, και λειτουργούν ως φυσικά φίλτρα για την ποιότητα του νερού (Φορέας Διαχείρισης Λίμνης Κερκίνης 2013).

Η Συνθήκη Ραμσάρ (1971) αναγνωρίζει τη σημασία των υγροτόπων διεθνούς σημασίας, δίνοντας έμφαση στους υγροτόπους που φιλοξενούν σημαντικούς πληθυσμούς υδρόβιων πτηνών. Η λίμνη Κερκίνη περιλαμβάνεται στον κατάλογο αυτών των περιοχών, λόγω της πλούσιας ορνιθοπανίδας της και της λειτουργίας της ως ενδιάμεσου μεταναστευτικού σταθμού (Μπλε Κερκίνη 2022).

Η σημασία των υγροτόπων είναι όχι μόνο βιολογική αλλά και κοινωνικοοικονομική. Οι τοπικές κοινότητες επωφελούνται από δραστηριότητες όπως η παραδοσιακή γεωργία, η αλιεία και ο οικοτουρισμός, ενώ η περιβαλλοντική εκπαίδευση και η επιστημονική έρευνα βρίσκουν έδαφος εφαρμογής (ZachariE 2024).

Η διατήρηση της βιοποικιλότητας στους υγροτόπους απαιτεί στοχευμένες δράσεις διαχείρισης, που συνδυάζουν την οικολογική προστασία με την αειφόρο ανάπτυξη. Εργαλεία όπως η παρακολούθηση πληθυσμών, η αποκατάσταση υποβαθμισμένων οικοτόπων, η συμμετοχή των πολιτών και η συνεργασία φορέων είναι καθοριστικής σημασίας για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων (Καραγιάννης & συν. 2020).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΠΤΗΝΩΝ ΣΤΗ ΛΙΜΝΗ ΚΕΡΚΙΝΗ

3.1 Είδη Πτηνών της Λίμνης Κερκίνης:

Η Λίμνη Κερκίνη, από τη δημιουργία της το 1932, έχει εξελιχθεί σε έναν από τους σημαντικότερους υγροτόπους της Ευρώπης, φιλοξενώντας πάνω από 300 είδη πτηνών. Η ποικιλία των οικοτόπων της και η στρατηγική της θέση στις μεταναστευτικές διαδρομές καθιστούν τη λίμνη κρίσιμο σταθμό για πολλά είδη.

Ο υγρότοπος υποστηρίζει σημαντικούς πληθυσμούς μεταναστευτικών, επιδημητικών και διαχειμαζόντων ειδών, πολλά από τα οποία προστατεύονται σε εθνικό και διεθνές επίπεδο.

Τα κυριότερα είδη κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες όπου αναφέρονται και ορισμένα παραδείγματα:

1) Πελεκανίδες (*Pelecanidae*):

***Pelecanus crispus* (Αργυροπελεκάνος):** Επιβλητικό είδος με γκριζόλευκο φτέρωμα και πορτοκαλί ράμφος. Φωλιάζει σε νησίδες και τρέφεται κυρίως με ψάρια.



Εικόνα 6. 1) *Pelecanus crispus* (Αργυροπελεκάνος) 2) *Pelecanus onocrotalus* (Ροδοπελεκάνος).

***Pelecanus onocrotalus* (Ροδοπελεκάνος):** Σπάνιος επισκέπτης με ροζ φτέρωμα, μεγαλύτερος από τον αργυροπελεκάνο.

2) Ερωδιοί (*Ardeidae*):

***Ardea cinerea* (Σταχτοτσικνιάς):** Υψηλόλιγνο πτηνό με γκρι φτέρωμα, ενδημικό στους καλαμιώνες.



Εικόνα 7. 1) *Ardea cinerea* (Σταχτοτσικνιάς), 2) *Egretta garzetta* (Λευκοτσικνιάς), 3) *Nycticorax nycticorax* (Νυχτοτσικνιάς).

***Egretta garzetta* (Λευκοτσικνιάς):** Λευκός με μαύρα πόδια και κίτρινα δάχτυλα, δραστηριοποιείται κυρίως σε ρηχά νερά.

***Nycticorax nycticorax* (Νυχτοτσικνιάς):** Νυχτόβιο, με μαύρη ράχη και γκρι σώμα.

3) Αρπακτικά Πτηνά:

***Haliaeetus albicilla* (Θαλασσαιετός):** Ο μεγαλύτερος ευρωπαϊκός αετός. Τρέφεται με ψάρια και πτηνά, φωλιάζει σε δέντρα κοντά στο νερό.

***Buteo buteo* (Γερακίνα):** Ευέλικτο αρπακτικό, κυρίως εντομοφάγο.



Εικόνα 8. 1) *Haliaeetus albicilla* (Θαλασσεατός), 2) *Buteo buteo* (Γερακίνα), 3) *Hieraaetus pennatus* (Σταυραετός), 4) *Circus aeruginosus* (Καλαμόκιρκος).

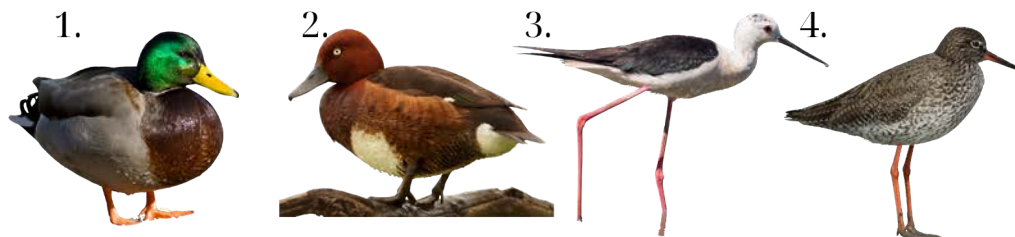
***Hieraaetus pennatus* (Σταυραετός):** Μικρός αετός με χαρακτηριστικό «V» στη ράχη.

***Circus aeruginosus* (Καλαμόκιρκος):** Φωλιάζει μέσα σε καλαμιώνες και κυνηγά σε χαμηλή πτήση.

4) **Υδρόβια & Παρυδάτια Πτηνά:**

***Anas platyrhynchos* (Πρασινοκέφαλη πάπια):** Πολύ κοινή, φωλιάζει σε υγρά λιβάδια.

***Aythya nyroca* (Κοκκινόπαπια):** Απειλούμενο είδος με καστανοκόκκινη κεφαλή.



Εικόνα 9. 1) *Anas platyrhynchos* (Πρασινοκέφαλη πάπια), 2) *Aythya nyroca* (Κοκκινόπαπια), 3) *Himantopus himantopus* (Καλαμοκανάς), 4) *Tringa totanus* (Κοκκινοσκέλης).

***Himantopus himantopus* (Καλαμοκανάς):** Με ροζ πόδια και λεπτό μακρύ ράμφος.

***Tringa totanus* (Κοκκινοσκέλης):** Παρυδάτιο, με χαρακτηριστικές φωνές και άσπρα φτερά στην πτήση.

5) Κορμοράνοι & Γλάροι:

***Phalacrocorax carbo* (Κορμοράνος):** Μαύρος με πράσινη γυαλάδα, καταδύεται για ψάρια.



Εικόνα 10. 1) *Phalacrocorax carbo* (Κορμοράνος), 2) *Larus michahellis* (Ασημόγλαρος).

***Larus michahellis* (Ασημόγλαρος):** Συνήθης, ακολουθεί ψαράδες για υπολείμματα.

Η ποικιλία των ειδών αντανακλά την υψηλή οικολογική ποιότητα του οικοσυστήματος και ενισχύει την ανάγκη προστασίας του. Η Κερκίνη παρέχει θέσεις φωλιάσματος, τροφοληψίας και ξεκούρασης για απειλούμενα και ενδημικά πτηνά, αποτελώντας ένα από τα σημαντικότερα κέντρα ορνιθοπανίδας της Μεσογείου.

3.2 Εξέλιξη της Ορνιθοπανίδας και Περιβαλλοντική Σημασία της Λίμνης Κερκίνης

Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, η λίμνη Κερκίνη αποτελεί ένα από τα πιο εμβληματικά παραδείγματα ανθρώπινης παρέμβασης σε υγροτοπικά οικοσυστήματα, καθώς από φυσικός πλημμυρικός υγρότοπος μετατράπηκε σε τεχνητή λίμνη μετά την κατασκευή φράγματος το 1932 και την ανακατασκευή του το 1980 (ΚΠΕ Ποροΐων, 2013). Αυτές οι επεμβάσεις επέφεραν ριζικές μεταβολές στα φυσικά ενδιαιτήματα, συντελώντας στη δημιουργία σταθερών υδάτινων και ημι-υδάτινων ζωνών, οι οποίες προσέφεραν κατάλληλες συνθήκες για την εγκατάσταση, τη διαχείριση και την αναπαραγωγή μεγάλου αριθμού υδρόβιων και παρυδάτιων πτηνών.

Η τεχνική διαχείριση της στάθμης του νερού, η αποκατάσταση πλημμυρικών δασών και η κατασκευή τεχνητών νησίδων για φωλεοποίηση, ειδικά για απειλούμενα είδη όπως ο αργυροπελεκάνος (*Pelecanus crispus*), συνέβαλαν αποφασιστικά στην αύξηση της ορνιθοπανίδας (ZachariE, 2024). Η Κερκίνη είναι ενταγμένη στο Δίκτυο Natura 2000 και χαρακτηρίζεται ως Ζώνη Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) και Τόπος Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ), προσφέροντας έτσι ένα νομικό πλαίσιο προστασίας της βιοποικιλότητας (ΕΕ, 2009· ΥΠΕΝ, 2023).



Εικόνα 11. Λίμνη Κερκίνη.

Περιμετρικά της λίμνης εκτείνονται καλαμιώνες, λασπώδεις όχθες, πλημμυρισμένα δάση από ιτιές και λεύκες, καθώς και γεωργικές εκτάσεις, που δρουν υποστηρικτικά στη λειτουργία του οικοσυστήματος ως ποικιλόμορφα ενδιαιτήματα. Αυτές οι ζώνες προσφέρουν καταφύγιο, τροφή και θέσεις φωλεοποίησης τόσο σε μόνιμα όσο και σε μεταναστευτικά είδη (Φορέας Διαχείρισης Λίμνης Κερκίνης, 2013· BlueKerkini, 2022).

Η παρουσία των πτηνών δεν έχει μόνο περιβαλλοντική αξία, αλλά και ισχυρή κοινωνικοοικονομική διάσταση. Η περιοχή έχει εξελιχθεί σε σημαντικό προορισμό για τον οικοτουρισμό, την παρατήρηση πτηνών και την περιβαλλοντική εκπαίδευση, ενισχύοντας

την τοπική ανάπτυξη με όρους αειφορίας (Triptixo GR, 2022· Kerkini Touristikos, 2022). Η αποτελεσματική προστασία και διαχείριση των ενδιαιτημάτων της λίμνης συνδέεται άμεσα με τη διατήρηση της ορνιθοπανίδας και την ενίσχυση της φυσικής κληρονομιάς της περιοχής.

3.3 Η Ορνιθοπανίδα ως Δείκτης Οικολογικής Υγείας

Η ποικιλία και ο πληθυσμός των πτηνών αποτελούν αναγνωρισμένους δείκτες της οικολογικής κατάστασης ενός υγροτόπου. Η παρουσία ευαίσθητων ή σπάνιων ειδών, όπως η νανοχήνα (*Anser erythropus*) και το κεφαλούδι (*Oxyura leucocephala*), συχνά αντανακλά υψηλή ποιότητα ενδιαιτημάτων, επαρκή διαθεσιμότητα τροφής και χαμηλά επίπεδα όχλησης από ανθρώπινες δραστηριότητες (BirdLife International, 2023; EOE, 2021). Ειδικά είδη με αυστηρές απαιτήσεις αναπαραγωγής και διαχείμασης, όπως ο αργυροπελεκάνος (*Pelecanus crispus*) ή ο πορφυροτσικνιάς (*Ardea purpurea*), είναι ενδεικτικά της ισορροπίας και της οικολογικής λειτουργικότητας του υγροτόπου.

Παράλληλα, η μεταβολή στη σύνθεση των ειδών, η εμφάνιση χωροκατακτητικών ή γενικιστικών ειδών εις βάρος των εξειδικευμένων, καθώς και η μείωση της πληθυσμιακής πυκνότητας, υποδεικνύουν επιδείνωση της οικολογικής υγείας λόγω παραγόντων όπως η κλιματική αλλαγή, η ρύπανση, η απώλεια ενδιαιτημάτων και οι αλλαγές στη χρήση γης (ZachariE, 2024; BlueKerkini, 2022).

Η συστηματική παρακολούθηση των πληθυσμών των πτηνών στην Κερκίνη υλοποιείται μέσω του Εθνικού Δικτύου Παρακολούθησης Ειδών και Τύπων Οικοτόπων (ΥΠΕΝ, 2023), καθώς και από την Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, τον Φορέα Διαχείρισης του Εθνικού Πάρκου Λίμνης Κερκίνης και άλλους επιστημονικούς φορείς. Η συλλογή δεδομένων από την παρατήρηση, τη δακτυλίωση και την τηλεμετρία, αποτελεί κρίσιμο εργαλείο για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων, την αναγνώριση τάσεων και απειλών, και τον σχεδιασμό στοχευμένων δράσεων διατήρησης και αποκατάστασης της βιοποικιλότητας της περιοχής (ΚΠΕ Ποροίων, 2013; ΕΟΕ, 2021).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ

Η σημερινή εικόνα της ορνιθοπανίδας στη λίμνη Κερκίνη παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, τόσο ως προς την ποικιλία των ειδών όσο και ως προς τον αριθμό των πληθυσμών. Περισσότερα από 300 είδη πτηνών έχουν καταγραφεί στην περιοχή (BirdLife International 2023), εκ των οποίων αρκετά είναι σπάνια ή απειλούμενα, όπως η νανοχήνα (*Anser erythropus*), το κεφαλούδι (*Oxyura leucocephala*) και η λαγγόνα (*Microcarbo pygmaeus*). Η λίμνη λειτουργεί ως σταθμός μεταναστευτικών ειδών, τόπος διαχείμασης και αναπαραγωγής, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα οικολογικών αναγκών.

Μεταξύ των πιο χαρακτηριστικών ειδών συγκαταλέγονται ο αργυροπελεκάνος (*Pelecanus crispus*), ο ροδοπελεκάνος (*Pelecanus onocrotalus*), ο πορφυροτσικνιάς (*Ardea purpurea*), ο κορμοράνος (*Phalacrocorax carbo*), ο ψαραετός (*Pandion haliaetus*), καθώς και διάφορα είδη παπιών όπως το γκισάρι (*Mergus merganser*) και ο χειμωνογλάρονο (*Chlidonias niger*). Η ύπαρξη τεχνητών νησίδων και κατάλληλων καλαμιώνων έχει συμβάλει σημαντικά στην επιτυχία της φωλεοποίησης ορισμένων ειδών (Φορέας Διαχείρισης Λίμνης Κερκίνης 2020).

Ωστόσο, η περιοχή αντιμετωπίζει σημαντικές περιβαλλοντικές πιέσεις. Η εντατικοποίηση της γεωργίας με χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων οδηγεί σε ρύπανση των υδάτων, ενώ η υπεράντληση και οι αυξομειώσεις στη στάθμη της λίμνης διαταράσσουν τα ενδιαιτήματα. Η όχληση από τον τουρισμό και τις ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η λαθροθηρία και η ανεξέλεγκτη βόσκηση, επιβαρύνουν περαιτέρω την περιοχή (Katselidis et al. 2021).

Η κλιματική αλλαγή προσθέτει μια ακόμη παράμετρο πίεσης, καθώς μεταβάλλει τα πρότυπα μετανάστευσης και διαχείμασης, προκαλεί ξηρασίες ή πλημμυρικά φαινόμενα και επηρεάζει τις τροφικές πηγές. Τα υδρόβια πτηνά εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη σταθερότητα των ενδιαιτημάτων και τη διαθεσιμότητα τροφής, γεγονός που καθιστά την Κερκίνη ιδιαίτερα ευάλωτη σε περιβαλλοντικές μεταβολές (Wetlands International 2022).

Παρά τις πιέσεις αυτές, η διατήρηση και ενίσχυση της ορνιθοπανίδας της Κερκίνης αποτελεί πεδίο συνεχούς έρευνας και παρακολούθησης. Οι τακτικές καταγραφές, οι δράσεις ενημέρωσης, η περιβαλλοντική εκπαίδευση και η υλοποίηση σχεδίων διαχείρισης συμβάλλουν ουσιαστικά στην προστασία των ειδών και στη βιωσιμότητα του οικοσυστήματος (ΕΟΕ 2023). Η ενεργός συμμετοχή τοπικών κοινωνιών και περιβαλλοντικών οργανώσεων ενισχύει την αποτελεσματικότητα των μέτρων και προωθεί την αειφόρο διαχείριση της περιοχής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές προκλήσεις του 21ου αιώνα, με άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα (IPCC 2023). Τα φυσικά οικοσυστήματα, ιδιαίτερα οι υγρότοποι, είναι εξαιρετικά ευαίσθητοι στις μεταβολές θερμοκρασίας, υγρασίας και στα επίπεδα βροχοπτώσεων (Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία 2022).

Στη λίμνη Κερκίνη, η κλιματική αλλαγή εκδηλώνεται με αστάθεια στη στάθμη των υδάτων, συχνότερα ακραία καιρικά φαινόμενα και διαταραχές στους κύκλους μετανάστευσης και φωλεοποίησης των πτηνών (Καραγιάννης & συν. 2020). Αρκετά είδη έχουν μεταβάλει το χρονισμό των κινήσεών τους, ενώ άλλες ομάδες ειδών επηρεάζονται από τη μείωση ή αλλαγή των διαθέσιμων ενδιαιτημάτων (BirdLife International 2021).

Τα μεταναστευτικά πτηνά, όπως οι πελεκάνοι (*Pelecanus crispus*), οι ερωδιοί (*Ardea spp.*) και οι πάπιες (*Anatidae*), εξαρτώνται από σταθερές οικολογικές συνθήκες κατά τη διάρκεια των σταθμών ξεκούρασης και αναπαραγωγής. Η αλλαγή αυτών των συνθηκών επηρεάζει την αναπαραγωγική επιτυχία, την εύρεση τροφής και τελικά την επιβίωση των ειδών (Wetlands International 2023).

Η αύξηση της θερμοκρασίας και η μετατόπιση των εποχικών κύκλων οδηγούν σε αλλαγές στη σύνθεση της χλωρίδας και της πανίδας της περιοχής, επηρεάζοντας τη διαθεσιμότητα εντόμων, ψαριών και φυτών που αποτελούν τροφή για τα πτηνά. Τα είδη

που έχουν περιορισμένη οικολογική εξειδίκευση είναι ιδιαίτερα ευάλωτα στις αλλαγές αυτές (ZachariE 2024).

Οι μακροχρόνιες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής ενδέχεται να επηρεάσουν και την υδρολογία της λίμνης, γεγονός που θα επηρεάσει όχι μόνο τα πτηνά αλλά και ολόκληρη τη λειτουργία του οικοσυστήματος. Η διατήρηση υγροτοπικών περιοχών με επαρκή ικανότητα προσαρμογής κρίνεται ζωτικής σημασίας για τη μείωση των αρνητικών συνεπειών (ΚΠΕ Ποροΐων 2013).

Για την αντιμετώπιση αυτών των επιπτώσεων, απαιτείται ενίσχυση της επιστημονικής παρακολούθησης, υιοθέτηση στρατηγικών προσαρμογής, ενημέρωση και συμμετοχή των τοπικών κοινωνιών και ενσωμάτωση της διάστασης της κλιματικής αλλαγής στις περιβαλλοντικές πολιτικές διαχείρισης των προστατευόμενων περιοχών (ΥΠΕΝ 2023).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΜΕΤΡΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΛΙΜΝΗ ΚΕΡΚΙΝΗ

Ο Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Πάρκου Λίμνης Κερκίνης αποτελεί τον κύριο υπεύθυνο για την εφαρμογή προγραμμάτων παρακολούθησης της ορνιθοπανίδας, τη διαχείριση των υδάτων, την αποκατάσταση ενδιαιτημάτων και την ενημέρωση του κοινού. Πραγματοποιούνται συστηματικές μετρήσεις πληθυσμών, ενώ αξιοποιούνται νέες τεχνολογίες όπως τηλεμετρία και δορυφορική χαρτογράφηση.

Επιπλέον, έχουν κατασκευαστεί τεχνητές νησίδες και έχουν αναπτυχθεί ζώνες ηρεμίας ώστε να διευκολυνθεί η φωλεοποίηση ευαίσθητων ειδών. Οι περιοχές αυτές απαγορεύονται για πρόσβαση κατά τις κρίσιμες περιόδους αναπαραγωγής και διαχείμασης.

Ένα σημαντικό εργαλείο διαχείρισης είναι η περιβαλλοντική εκπαίδευση και η ευαισθητοποίηση του κοινού. Το Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Ποροΐων, σε συνεργασία με σχολεία και τοπικούς φορείς, υλοποιεί προγράμματα που στοχεύουν στην κατανόηση των οικολογικών λειτουργιών του υγροτόπου και στην ενεργή συμμετοχή των πολιτών.

Ταυτόχρονα, εφαρμόζονται δράσεις για τον έλεγχο της λαθροθηρίας και της παράνομης αλιείας, σε συνεργασία με την Ελληνική Αστυνομία, τις δασικές υπηρεσίες και το Λιμενικό Σώμα. Η διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ τουριστικής ανάπτυξης και οικολογικής προστασίας είναι ένας ακόμη στόχος του Φορέα Διαχείρισης.

Τέλος, η ένταξη της λίμνης Κερκίνης σε προγράμματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (LIFE, Natura 2000, ΕΣΠΑ) έχει ενισχύσει την τεχνογνωσία και τη χρηματοδότηση για

έργα διατήρησης, όπως η αποκατάσταση καλαμιώνων, η ρύθμιση της ροής των υδάτων και η προώθηση ήπιου οικοτουρισμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ – ΧΡΗΣΗ ΠΗΓΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η εκπόνηση της παρούσας εργασίας στηρίχθηκε στη συλλογή και αξιολόγηση ποιοτικών και ποσοτικών στοιχείων σχετικά με τη βιοποικιλότητα των πτηνών στη λίμνη Κερκίνη. Η μεθοδολογία συνδύασε βιβλιογραφική έρευνα, ανάλυση επιστημονικών μελετών και επίσημων εκθέσεων, καθώς και ερμηνεία στοιχείων παρακολούθησης πληθυσμών.

Πηγές πληροφόρησης αποτέλεσαν:

Δημοσιευμένα άρθρα σε επιστημονικά περιοδικά σχετικά με την ορνιθοπανίδα και τους υγροτόπους (π.χ. ZachariE_2024.pdf). Εκθέσεις και ενημερωτικά έντυπα του Φορέα Διαχείρισης Λίμνης Κερκίνης και του Κέντρου Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Ποροίων(π.χ.1564_kpe_poroion_enimerotiko_entypo_2013.pdf). Ερευνητικές εργασίες και εκδόσεις οργανισμών όπως η Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία και το ΥΠΕΝ.

Τουριστικά και οικολογικά εγχειρίδια (π.χ. bluekerkini.pdf, Kerkini Touristikos eso demeno GR.pdf).

Η ανάλυση των δεδομένων περιέλαβε τη σύγκριση ιστορικών και πρόσφατων στοιχείων σχετικά με την παρουσία και τον αριθμό ειδών πτηνών στην περιοχή, καθώς και την αξιολόγηση των επιπτώσεων περιβαλλοντικών πιέσεων. Εξετάστηκαν επιλεγμένα είδη-δείκτες και η σχετική συχνότητά τους μέσα στο χρόνο.

Τα δείγματα DNA προήλθαν από πτηνά που απαντώνται στην ευρύτερη περιοχή της Λίμνης Κερκίνης (Νομός Σερρών), μια περιοχή υψίστης οικολογικής σημασίας και ένας

από τους σημαντικότερους υδροτόπους της Ελλάδας και της Ευρώπης. Η συλλογή των βιολογικών δειγμάτων πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο μελέτης της γενετικής ποικιλότητας των ειδών που χρησιμοποιούν τη λίμνη ως τόπο φωλεοποίησης ή μετανάστευσης.

Οι γενετικές ακολουθίες που χρησιμοποιήθηκαν για τη φυλογενετική ανάλυση αντιστοιχούν σε συγκεκριμένα είδη πτηνών και προέρχονται είτε από ίδιες δειγματοληψίες είτε από τη δημόσια βάση δεδομένων GenBank. Οι σχετικοί accession numbers καταγράφηκαν σε πίνακα μεταδεδομένων (αρχείο accession_numbers.ods), ώστε να διασφαλίζεται η αναπαραγωγιμότητα και η ιχνηλασιμότητα των δεδομένων.

Οι ακολουθίες DNA μετατράπηκαν σε κοινή μορφή FASTA και ελέγχθηκαν για την ποιότητά τους. Ακολούθησε ευθυγράμμιση (sequence alignment) των ακολουθιών με κατάλληλο λογισμικό (π.χ. MUSCLE ή ClustalW) προκειμένου να εξασφαλιστεί η ομολογία των νουκλεοτιδικών θέσεων.

Το ευθυγραμμισμένο αρχείο εξήχθη σε μορφή NEXUS, κατάλληλη για Bayesian φυλογενετική ανάλυση. Έπειτα, έγινε περικοπή θέσεων χαμηλής αξιοπιστίας ώστε να διατηρηθούν μόνο οι περιοχές υψηλής πληροφορίας (trimmed alignment).

Η φυλογενετική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό MrBayes v3.2, το οποίο εφαρμόζει Bayesian inference για την εκτίμηση της πιο πιθανής φυλογενετικής σχέσης μεταξύ των δειγμάτων.

Το σενάριο ανάλυσης (αρχείο Mrbayes_script.txt) περιλάμβανε τις ακόλουθες παραμέτρους:

Μοντέλο υποκατάστασης: GTR + I + Γ

Αριθμός γενεών (ngen): 1.000.000

Αριθμός ανεξάρτητων αναλύσεων (nruns): 3

Αριθμός αλυσίδων ανά ανάλυση (nchains): 4

Συχνότητα εκτύπωσης (printfreq): κάθε 100 γενεές

Συχνότητα δειγματοληψίας (samplefreq): κάθε 50 γενεές

Εξωτερική ομάδα (outgroup): είδος εκτός της κύριας ομάδας πτηνών.

Η ανάλυση συνεχίστηκε μέχρι να επιτευχθεί στατιστική σύγκλιση, όπως ελέγχθηκε μέσω των δεικτών ESS (Estimated Sample Size) και PSRF (Potential Scale Reduction Factor). Οι τιμές PSRF πλησίαζαν το 1.0, ένδειξη καλής σύγκλισης, ενώ τα περισσότερα ESS ξεπερνούσαν το όριο των 100, εξασφαλίζοντας επαρκή δειγματοληψία.

Το τελικό φυλογενετικό δέντρο συναίνεσης εξήχθη στο αρχείο `fasta_trimmed.nexus.con.tre` και οπτικοποιήθηκε με τη χρήση του πακέτου BioPython – Phylo module και της βιβλιοθήκης Matplotlib.

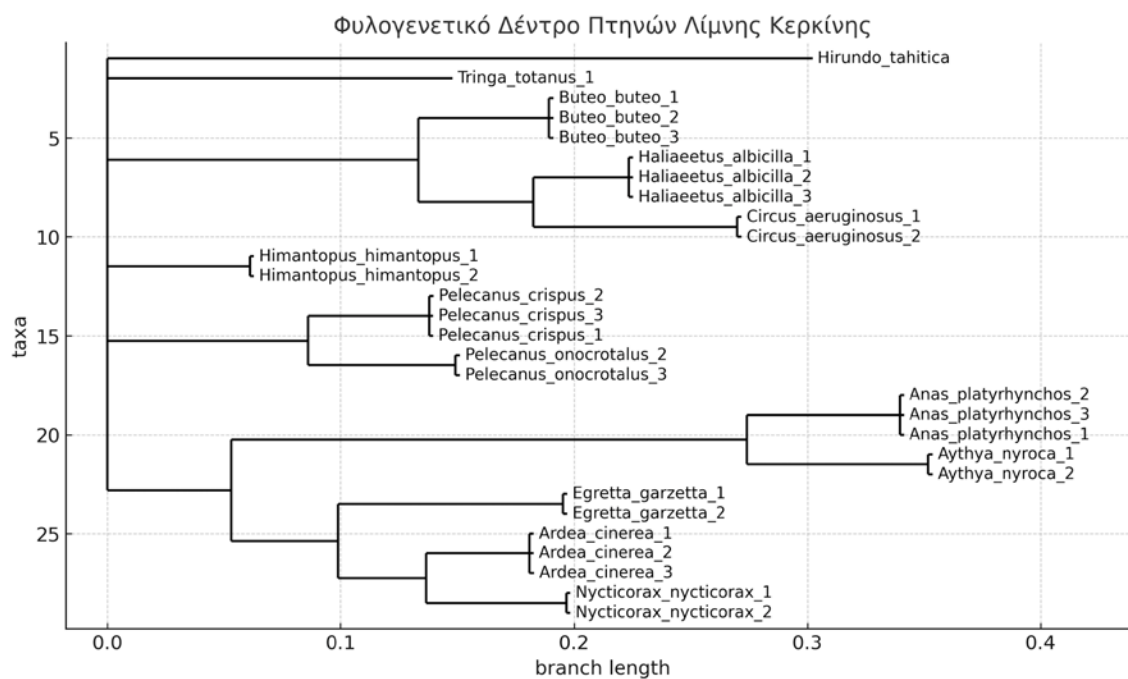
Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στο Σχήμα 1, όπου απεικονίζονται οι εξελικτικές σχέσεις μεταξύ των δειγμάτων που αντιπροσωπεύουν διαφορετικά είδη πτηνών της Κερκίνης.

Το δέντρο δείχνει τις φυλογενετικές συγγένειες των ειδών που απαντώνται στη λίμνη, επιτρέποντας την ερμηνεία πιθανών εξελικτικών προτύπων, γεωγραφικής διαφοροποίησης ή γενετικής απομόνωσης πληθυσμών.

Η μεθοδολογική προσέγγιση στόχευσε στην ανάδειξη τάσεων και μεταβολών στην ορνιθοπανίδα, λαμβάνοντας υπόψη τις αλλαγές στη χρήση γης, τις ανθρώπινες παρεμβάσεις, την υδρολογία και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Έγινε προσπάθεια ενσωμάτωσης διατομεακής πληροφόρησης (περιβαλλοντική, κοινωνική, πολιτική).

Οι περιορισμοί της μελέτης σχετίζονται κυρίως με την ετερογένεια των πηγών, την έλλειψη συστηματικών χρονοσειρών για ορισμένα είδη και τη διαθεσιμότητα πρόσφατων δεδομένων παρακολούθησης. Παρά ταύτα, η σύνθεση των πληροφοριών παρέχει μια αντιπροσωπευτική εικόνα της υφιστάμενης κατάστασης και των εξελίξεων στην περιοχή της λίμνης Κερκίνης.

Η συνδυαστική χρήση Bayesian μεθόδου, ποιοτικών γενετικών δεδομένων και αυστηρών κριτηρίων σύγκλισης καθιστά τα αποτελέσματα αξιόπιστα. Η μεθοδολογία αυτή μπορεί να αποτελέσει βάση για μελλοντικές μελέτες πληθυσμιακής γενετικής ή συντηρητικής βιολογίας στην περιοχή της Κερκίνης.



Σχήμα 1. Φυλογενετικό δέντρο πτηνών Λίμνης Κερκίνης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ανάλυση των διαθέσιμων στοιχείων για τη βιοποικιλότητα των πτηνών στη λίμνη Κερκίνη καταδεικνύει τη διατήρηση υψηλής ποικιλότητας, παρά τις έντονες περιβαλλοντικές πιέσεις. Η λίμνη φιλοξενεί σταθερά περισσότερα από 300 είδη πτηνών, με παρουσία σπάνιων και απειλούμενων ειδών όπως ο αργυροπελεκάνος, ο ψαραετός και ο πορφυροτσικνιάς.

Συγκρίνοντας τα ιστορικά δεδομένα με τις πρόσφατες καταγραφές, παρατηρείται ότι αρκετά είδη διατηρούνται διαχρονικά, ωστόσο παρουσιάζονται διακυμάνσεις στον αριθμό των ατόμων. Οι πληθυσμοί κάποιων ειδών δείχνουν σταθεροποίηση ή και αύξηση, όπως στους κορμοράνους και στις πάπιες, εν μέρει λόγω των παρεμβάσεων αποκατάστασης και των μέτρων διαχείρισης.

Αντίθετα, ορισμένα είδη που εξαρτώνται από φυσικά ενδιαιτήματα (π.χ. εκτεταμένους καλαμιώνες) εμφανίζουν πτωτικές τάσεις. Οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στη στάθμη των υδάτων και η υποβάθμιση της φυσικής βλάστησης φαίνεται να επηρεάζουν τη φωλεοποίηση και την τροφική αλυσίδα.

Η παρουσία μεταναστευτικών πτηνών ενισχύει τον ρόλο της Κερκίνης ως διατοπικού υγροτόπου διεθνούς σημασίας. Είδη όπως οι γερανοί και τα φοινικόπτερα καταγράφονται όλο και συχνότερα, γεγονός που συνδέεται με ευρύτερες οικολογικές και κλιματικές μεταβολές στην ευρύτερη περιοχή των Βαλκανίων.

Η συζήτηση των ευρημάτων ενισχύει τη σημασία της συστηματικής παρακολούθησης, της διεπιστημονικής ανάλυσης και της εφαρμογής ολοκληρωμένων σχεδίων διαχείρισης. Η ανάγκη ισορροπίας μεταξύ οικονομικών δραστηριοτήτων (τουρισμός, γεωργία, αλιεία) και διατήρησης της οικολογικής ακεραιότητας είναι καθοριστική για τη μελλοντική επιβίωση των ειδών.

Συμπερασματικά, η λίμνη Κερκίνη εξακολουθεί να αποτελεί έναν σημαντικό υδροβιότοπο για την ορνιθοπανίδα της χώρας, αλλά απαιτείται συνεχής εγρήγορση και επικαιροποίηση των στρατηγικών προστασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η παρούσα εργασία ανέδειξε τον κομβικό ρόλο της λίμνης Κερκίνης στη διατήρηση της ορνιθοπανίδας στη Βόρεια Ελλάδα και ευρύτερα στη Νοτιοανατολική Ευρώπη. Η περιοχή συνεχίζει να αποτελεί καταφύγιο για εκατοντάδες είδη πτηνών, λειτουργώντας ως σταθμός μετανάστευσης, φωλεοποίησης και διαχείμασης.

Μέσω της ανάλυσης ακολουθιών DNA και της εφαρμογής Bayesian μεθόδων φυλογενετικής ανάλυσης, αποκαλύφθηκαν εξελικτικές σχέσεις μεταξύ των ειδών και εκτιμήθηκαν οι βαθμοί γενετικής διαφοροποίησης μεταξύ τους. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν σαφή ομαδοποίηση των δειγμάτων σύμφωνα με την ταξινομική τους συγγένεια, γεγονός που επιβεβαιώνει την αξιοπιστία των δεδομένων και της μεθοδολογικής προσέγγισης. Επιπλέον, η ύπαρξη υποκλάδων εντός ορισμένων ειδών ενδέχεται να υποδεικνύει ενδοειδική διαφοροποίηση ή γεωγραφική απομόνωση πληθυσμών, πιθανώς συνδεδεμένη με τη μεταναστευτική συμπεριφορά ή με ιδιαίτερα οικολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής της Κερκίνης.

Η εργασία αυτή παρέχει ένα πρώτο φυλογενετικό υπόβαθρο για την ορνιθοπανίδα της Λίμνης Κερκίνης, το οποίο μπορεί να αποτελέσει βάση για περαιτέρω μελέτες πληθυσμιακής γενετικής, βιογεωγραφίας και διατήρησης ειδών. Η συνδυαστική χρήση μοριακών δεδομένων και Bayesian μεθόδων αποδεικνύεται ιδιαίτερα χρήσιμη στην κατανόηση της εξελικτικής ιστορίας των ειδών και ενισχύει την ανάγκη για διατήρηση των φυσικών οικοτόπων που φιλοξενούν πλούσια γενετική και οικολογική ποικιλότητα.

Τα δεδομένα δείχνουν ότι η βιοποικιλότητα στην Κερκίνη διατηρείται σε ικανοποιητικό επίπεδο, όμως υπόκειται σε συνεχείς πιέσεις από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως η εντατική γεωργία, η αλλαγή χρήσεων γης και η αύξηση τουριστικής δραστηριότητας. Επιπλέον, η κλιματική αλλαγή επιτείνει τις επιπτώσεις, μεταβάλλοντας τη δυναμική των ειδών και των ενδιαιτημάτων.

Η εφαρμογή αποτελεσματικών στρατηγικών διαχείρισης, η ενίσχυση των μέτρων παρακολούθησης και η ενεργός εμπλοκή των τοπικών κοινοτήτων κρίνονται ζωτικής σημασίας. Ο συνδυασμός επιστημονικής γνώσης, πολιτικής βούλησης και περιβαλλοντικής συνείδησης αποτελεί προϋπόθεση για την προστασία της οικολογικής ισορροπίας της περιοχής.

Με βάση τα παραπάνω, διατυπώνονται οι ακόλουθες προτάσεις:

- i. Ενίσχυση των δράσεων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και ενημέρωσης πολιτών.
- ii. Συνέχιση και επέκταση των προγραμμάτων παρακολούθησης πτηνών και ενδιαιτημάτων.
- iii. Αναβάθμιση των τεχνητών ενδιαιτημάτων και ενίσχυση των φυσικών καλαμιώνων.
- iv. Ρύθμιση της τουριστικής δραστηριότητας με σεβασμό στη βιοποικιλότητα.
- v. Εφαρμογή μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή μέσω πολυτομεακής προσέγγισης.
- vi. Συνεργασία μεταξύ επιστημονικών, διαχειριστικών και κοινωνικών φορέων.

Η λίμνη Κερκίνη αποτελεί ένα πολύτιμο φυσικό εργαστήριο και χώρο συνύπαρξης φύσης και ανθρώπου. Η προστασία της βιοποικιλότητας δεν είναι μόνο θέμα

επιστημονικής ευθύνης, αλλά και πολιτισμικής κληρονομιάς, κοινωνικής ευαισθησίας και μελλοντικής βιωσιμότητας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

Γρηγοράκης Κ., Αλέξη Μ., Νέγκας Γ. (1997) Ποιότητα μυός και συσσώρευση λίπους σε καλλιεργούμενη τσιπούρα εμπορικών μεγεθών. Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συμποσίου Ωκεανογραφίας και Αλιείας. Τόμος II, Καβάλα, σελ. 191-194.

Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Ποροΐων (2013) Ενημερωτικό έντυπο. Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων.

Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Ποροΐων (2013) Βιβλίο Κερκίνης. Πορόια Σερρών.

Νεοφύτου Ν. (2007) Διερεύνηση των επιπτώσεων από την εγκατάσταση και λειτουργία ιχθυοκαλλιεργητικών μονάδων. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ. 300.

Zachari, E. (2024) Ορνιθοπανίδα και Υγρότοποι στη Βόρεια Ελλάδα: Μελέτη περίπτωσης της λίμνης Κερκίνης. Ερευνητικό Ινστιτούτο Βιοποικιλότητας, σελ. 1-48.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Abe H., Okuma E. (1991) Rigor mortis progress of carp acclimated to different water temperatures. Nippon Suisan Gakkaishi, 57:2095-2100.

Aksnes A., Izquierdo M.S., Robaina L., Vergara J.M., Montero D. (1997) Influence of fish meal quality and feed pellet on growth, feed efficiency and muscle composition in gilthead seabream (*Sparus aurata*). Aquaculture, 153:251-261.

Figueiras F.G., Pitcher G.C., Estrada M. (2006) Harmful algal bloom dynamics in relation to physical processes. In: Granéli E., Turner J.T. (eds) Ecology of harmful algae. Springer, Berlin, p 127-138.

Granéli E., Turner J.T. (2006) Ecology of harmful algae. Springer, Berlin, pp 400.

HunterLab (1996) CIE L*a*b* Color Scale, HunterLab, Applications Note, Vol. 8, No. 7:1-4. <http://www.agro.cmu.ac.th/departement/fe/elearning/315Col2.PDF> (Πρόσβαση: 07-11-2009).