

# **Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**

**Σχολή Θετικών και εφαρμοσμένων επιστημών**

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Διαχείριση και  
Προστασία Περιβάλλοντος**

## **Μεταπτυχιακή Διατριβή**



**Αξιολόγηση της Ευπάθειας των Μεσογειακών Νησιωτικών  
Οικοσυστημάτων στην Κλιματική Αλλαγή – Το Παράδειγμα  
του Οικότοπου Προτεραιότητας 3170 στην Κύπρο.**

**Μαρία Καραμανλή**

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια  
Παρασκευή Μανωλάκη**

**Μαΐος 2023**

# **Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**

**Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών**

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Διαχείριση και  
Προστασία Περιβάλλοντος**

## **Μεταπτυχιακή Διατριβή**

**Αξιολόγηση της Ευπάθειας των Μεσογειακών Νησιωτικών  
Οικοσυστημάτων στην Κλιματική Αλλαγή – Το Παράδειγμα  
του Οικότοπου Προτεραιότητας 3170 στην Κύπρο.**

**Μαρία Καραμανλή**

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια  
Παρασκευή Μανωλάκη**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη Μαρία Καραμανλή από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

**Μαΐος 2023**

ΛΕΥΚΗ ΣΕΛΙΔΑ

## Περίληψη

Η ανθρωπογενής κλιματική αλλαγή αποτελεί αυξανόμενη απειλή για τη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα. Ακόμα κι αν όλες οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σταματήσουν σήμερα, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα είναι αισθητές μέχρι την επόμενη χιλιετία. Αυτό σημαίνει ότι τα είδη και τα οικοσυστήματα θα πρέπει από τη μία να είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν τις αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και από την άλλη να μπορούν να προσαρμοστούν στις καινούριες συνθήκες. Οι αξιολογήσεις της ευπάθειας των οργανισμών και των οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή θεωρούνται πολύ χρήσιμες καθώς βοηθούν στον εντοπισμό των εύρωτων σημείων στα οποία θα πρέπει να εφαρμοστούν τα μέτρα προσαρμογής.

Ανάμεσα στις περιοχές που αναμένεται να επηρεαστούν δυσμενώς από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής συγκαταλέγεται και η περιοχή της Μεσογείου. Από τα οικοσυστήματα που θεωρούνται πιο ευάλωτα στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι τα νησιωτικά οικοσυστήματα. Αν και τα νησιά της Μεσογείου βρίσκονται σε μια από τις πιο ευάλωτες στην κλιματική αλλαγή, περιοχές στον κόσμο, οι πληροφορίες σχετικά με την ευπάθεια τους είναι ανεπαρκείς.

Η παρούσα διατριβή χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος γίνεται μια προσπάθεια ώστε να καταγραφεί η ευπάθεια της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων των Μεσογειακών νησιών στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Η καταγραφή πραγματοποιήθηκε με εκτεταμένη βιβλιογραφική αναζήτηση από επιστημονικές βάσεις δεδομένων, χρησιμοποιώντας τις κατευθυντήριες οδηγίες που προσφέρει η ανάλυση PRISMA (2020). Στο δεύτερο μέρος, παρουσιάζονται οι παράμετροι που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την εκτίμηση της ευπάθειας των οικοτόπων προτεραιότητας των νησιών της Μεσογείου, χρησιμοποιώντας ως παράδειγμα οικοτόπου τα μεσογειακά εποχιακά λιμνία της Κύπρου (3170\*).

Τα αποτελέσματα της διατριβής αποτελούν την πρώτη προσπάθεια συλλογής πληροφοριών, από τη μέχρι τώρα έρευνα, προκειμένου να καταγραφεί η ευπάθεια των ειδών και των οικοσυστημάτων των μεσογειακών νησιών, στην κλιματική αλλαγή. Αυτό θα αποτελέσει τη βάση για το μετέπειτα σχεδιασμό αξιολογήσεων ευπάθειας καθώς και την λήψη μέτρων προσαρμογής και διατήρησης. Επίσης παρέχονται κατευθυντήριες οδηγίες για την εκτίμηση της ευπάθειας των μεσογειακών εποχιακών λιμνιών, που αν και κατατάσσονται ως οικοτόπος προτεραιότητας, είναι ελάχιστα μελετημένα στην Κύπρο.

**Λέξεις κλειδιά:** κλιματική αλλαγή, ευπάθεια, βιοποικιλότητα, οικοσυστήματα, Μεσογειακά νησιά, Μεσογειακά εποχιακά λιμνία.

## Summary

Human-induced climate change is a growing threat to biodiversity and ecosystems. Even if all greenhouse gas emissions stopped today, the effects of climate change would be felt well into the next millennium. This means that the species and ecosystems should be able to cope with its negative effects, or better yet, adapt. Vulnerability assessments are considered very useful as they help identify vulnerable parts where adaptation measures should be applied.

Among the regions expected to be adversely affected by the effects of climate change is the Mediterranean region. Among the ecosystems considered most vulnerable to the effects of climate change are the island ecosystems. Although the Mediterranean Islands are located in one of the most climate change-vulnerable regions in the world, information on their vulnerability is insufficient.

This thesis is divided into two parts. In the first part, an attempt is made to document the vulnerability of the biodiversity and ecosystems of the Mediterranean islands to the effects of climate change. The record was made possible after an extensive literature search of scientific databases, using the guidelines offered by the PRISMA 2020 analysis. In the second part, the parameters that should be taken into account to assess the vulnerability of the priority habitats of the islands of the Mediterranean, using as an example habitat the Mediterranean temporary ponds of Cyprus, are presented.

The results of the thesis constitute the first attempt to collect information from the research so far in order to record the vulnerability of the species and ecosystems of the Mediterranean islands to climate change. This will form the basis for subsequent planning of vulnerability assessments as well as adaptation and conservation measures. Guidelines are also provided for assessing the vulnerability of Mediterranean temporary ponds, which, although they are classified as a priority habitat, are poorly studied in Cyprus.

**Keywords:** climate change, vulnerability, biodiversity, ecosystems, Mediterranean islands, Mediterranean temporary ponds

## Ευχαριστίες

Η παρούσα διατριβή εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος, στην κατεύθυνση της Διαχείρισης Χερσαίων Οικοσυστημάτων, της Σχολής Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου Δρ. Παρασκευή Μανωλάκη πρώτον, για την προθυμία που έδειξε να συνεργαστούμε για την εκπόνηση της παρούσας διατριβής και την επιλογή του θέματος. Δεύτερον, την ευχαριστώ θερμά για την καθοδήγηση, τη βοήθεια και τις πολύτιμες συμβουλές οι οποίες συνέλαβαν στην ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διατριβής.

Ευχαριστώ το ακαδημαϊκό προσωπικό για τις γνώσεις που μου παρείχαν καθώς και το υπόλοιπο προσωπικό του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου για την οποιαδήποτε βοήθεια. Ευχαριστώ την κα. Μαριάννα Προδρόμου που ανταποκρίνονταν άμεσα στην όποια δυσκολία αντιμετώπιζα. Τέλος ευχαριστώ την οικογένεια και φίλους για την συμπαράσταση που έδειξαν κατά την διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διατριβής.

# Περιεχόμενα

<b>Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή.....</b>	<b>1</b>
1.1 Καταγραφή προβλήματος.....	1
1.2 Σημασία και αναγκαιότητα μελέτης.....	3
<b>Κεφάλαιο 2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Κλιματική αλλαγή, βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα .....</b>	<b>5</b>
2.2 Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.....	7
2.3 Ο όρος ευπάθεια στην Οικολογία .....	8
2.4 Ευπάθεια και κλιματική αλλαγή .....	10
2.5 Κλιματική αλλαγή και νησιωτικά οικοσυστήματα .....	11
2.6 Η Λεκάνη της Μεσογείου ως «θερμό σημείο» .....	11
2.7 Προβλεπόμενες κλιματολογικές αλλαγές στα νησιά της Μεσογείου.....	14
2.8 Περιγραφή του οικότοπου 3170* .....	15
2.9 Τα Μεσογειακά εποχιακά λιμνία στην Κύπρο.....	16
<b>Κεφάλαιο 3. Μεθοδολογία .....</b>	<b>22</b>
3.1 Σκοπός και στόχοι.....	22
3.2 Ερευνητικά ερωτήματα.....	23
3.3 Μεθοδολογία έρευνας για την καταγραφή της ευπάθειας των Μεσογειακών νησιωτικών οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή.....	24
3.3.1 Η μέθοδος PRISMA «Προτιμώμενα στοιχεία αναφοράς για συστηματικές κριτικές και μετα-αναλύσεις».....	24
3.3.2 Πηγές πληροφόρησης και αναζήτησης.....	24
3.3.3 Κριτήρια επιλογής και μέθοδος συλλογής.....	25
3.4 Μεθοδολογία αξιολόγησης της ευπάθειας του οικότοπου προτεραιότητας 3170.....	27
<b>Κεφάλαιο 4. Αποτελέσματα .....</b>	<b>28</b>
<b>Μέρος Α: Καταγραφή της ευπάθειας ειδών και οικοσυστημάτων των Μεσογειακών νησιών στην κλιματική αλλαγή.....</b>	<b>29</b>
4.1 Αριθμός και περιεχόμενο άρθρων.....	29
4.2 Είδος μελετών.....	29
4.3 Μεσογειακά νησιά.....	32
4.4 Βιοποικιλότητα .....	34
4.6 Μεσογειακά νησιωτικά οικοσυστήματα .....	37
4.6.1 Δασικά Οικοσυστήματα .....	37
4.6.2 Αγρο-οικοσυστήματα.....	40
4.6.3 Παράκτια οικοσυστήματα .....	42
4.6.4 Υδατικά Οικοσυστήματα.....	44

<b>Μέρος Β: Αξιολόγηση της ευπάθειας στην κλιματική αλλαγή του οικοτόπου προτεραιότητας 3170.....</b>	<b>48</b>
4.7 Καταγραφή των κύριων παραμέτρων για την αξιολόγηση της ευπάθειας του οικοτόπου 3170.....	49
4.7.1 Έκθεση (Exposure).....	49
4.7.2 Ευαισθησία (Sensitivity).....	50
4.7.3 Προσαρμοστική ικανότητα (Adaptive capacity).....	51
4.8 Αξιολόγηση Κλιματικής Επίπτωσης.....	56
4.9 Αξιολόγηση Ευπάθειας.....	59
<b>Κεφάλαιο 5. Συζήτηση/Συμπεράσματα.....</b>	<b>62</b>
5.1 Συζήτηση.....	62
5.2 Περιορισμοί της μελέτης.....	68
5.3 Συμπεράσματα.....	69
5.4 Εισηγήσεις.....	69
<b>Κεφάλαιο 6. Βιβλιογραφία.....</b>	<b>71</b>



# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγή

### 1.1 Καταγραφή προβλήματος

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί μια σύνθετη πρόκληση παγκοσμίως, επηρεάζοντας διάφορους τομείς ανάμεσα στους οποίους συγκαταλέγεται και το περιβάλλον (Klingelhöfer *et al.*, 2020). Οι υψηλότερες θερμοκρασίες, οι μεγαλύτερες περιόδους ξηρασίας, τα κύματα καύσωνα, οι έντονες βροχοπτώσεις, οι μεταβολές των εποχών, το λιώσιμο των πάγων, η ανύψωση της στάθμης της θάλασσας, είναι γεγονότα που συμβαίνουν τώρα ενώ τα επίπεδα των αερίων του θερμοκηπίου συνεχίζονται να αυξάνονται εξαιτίας των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων (Von Schuckmann *et al.*, 2020). Σύμφωνα με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC, 2018) τα αέρια του θερμοκηπίου έχουν αυξηθεί σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή σε ποσοστό που φθάνει το 70%, ενισχύοντας το γνωστό σε όλους φαινόμενο του θερμοκηπίου, με την παγκόσμια μέση τιμή της θερμοκρασίας να έχει αυξηθεί περίπου κατά 0.8-1,2 °C. Προβλέπεται επίσης, ότι η θερμοκρασία θα αυξηθεί κατά 1.5 °C μέχρι το 2030-2052, εάν δεν ληφθούν αυστηρά μέτρα (IPCC, 2022).

Οι πηγές των αερίων του θερμοκηπίου, δηλαδή του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), του μεθανίου (CH<sub>4</sub>), του οξειδίου του αζώτου (NO<sub>2</sub>) και των φθοριούχων αερίων (CFCs, HCFCs, HFCs), μπορούν να αναζητηθούν στη βιομηχανία και συγκεκριμένα στην καύση ορυκτών πόρων για χρήση και παραγωγή ενέργειας αλλά και στη γεωργία, στη κτηνοτροφία, στην αποψίλωση των δασών, δηλαδή με λίγα λόγια στην υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων από τον άνθρωπο και στην υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος (Fawzy *et al.*, 2020; Hirose, Kotani and Nakagawa, 2021). Με τον αυξανόμενο παγκόσμιο πληθυσμό, την αυξανόμενη ζήτηση για τρόφιμα, νερό και ενέργεια και με τους φυσικούς πόρους να μειώνονται συνεχώς εξαιτίας της αλόγιστης εκμετάλλευσής τους, η κλιματική αλλαγή ενδέχεται να λειτουργήσει ως «πολλαπλασιαστής απειλών» επιδεινώνοντας περαιτέρω τα κοινωνικο-οικολογικά συστήματα (Fritzsche *et al.*, 2014).

Η κλιματική αλλαγή απειλεί ολοένα και περισσότερο τη βιωσιμότητα και την ανθεκτικότητα των φυσικών οικοσυστημάτων και τις ανθρώπινες κοινωνίες που εξαρτώνται από αυτά (Malhi *et al.*, 2020). Δεν είναι τυχαίο άλλωστε το γεγονός ότι η κλιματική αλλαγή κατατάσσεται ανάμεσα στις κύριες αιτίες απώλειας της βιοποικιλότητας (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2022), αφού με τις μεταβολές που θα επιφέρει στα χαρακτηριστικά του φυσικού περιβάλλοντος αναμένεται να συμβάλει στη απώλεια ενδιαιτημάτων οδηγώντας αρκετά είδη σε κατάσταση επικινδυνότητας. Η απώλεια της βιοποικιλότητας και η υποβάθμιση των οικοσυστημάτων συγκαταλέγονται στις μεγαλύτερες απειλές που θα αντιμετωπίσει η ανθρωπότητα την επόμενη δεκαετία (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2022).

Οι δύο τρόποι αντιμετώπισης των κινδύνων που ενέχει η ανθρωπογενής κλιματική αλλαγή είναι ο μετριασμός (mitigation) και η προσαρμογή (adaptation) (VijayaVenkataRaman, Iniyar and Goic, 2012). Ο πρώτος τρόπος αντιμετώπισης στοχεύει στον περιορισμό της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής μέσω της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Nielsen *et al.*, 2020). Η προσαρμογή, από την άλλη πλευρά, είναι μια διαδικασία κατά την οποία τα ανθρώπινα συστήματα προσπαθούν να αντιμετωπίσουν την πραγματική ή αναμενόμενη κλιματική αλλαγή και τις επακόλουθες επιπτώσεις (Birchall and Bonnett, 2021). Ο μετριασμός λάμβανε, μέχρι στιγμής, πολύ μεγαλύτερη προσοχή από την προσαρμογή, τόσο από επιστημονική όσο και από πολιτική άποψη. Αυτό γιατί, με το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής επιτυγχάνεται η μείωση των επιπτώσεων σε όλα τα συστήματα, ενώ η δυνατότητα των μέτρων προσαρμογής είναι περιορισμένη για πολλά συστήματα (Zhao *et al.*, 2018). Επίσης, η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου εφαρμόζει την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει», ενώ η ανάγκη για μέτρα προσαρμογής θα είναι μεγαλύτερη στις αναπτυσσόμενες χώρες, οι οποίες έχουν συνεισφέρει σχετικά ελάχιστα στην κλιματική αλλαγή (Füssel and Klein, 2006).

Ωστόσο, η προσαρμογή κερδίζει όλο και περισσότερο ενδιαφέρον στις μέρες μας και ενσωματώνεται ολοένα και περισσότερο σε πολιτικές αποφάσεις για το κλίμα (Measham *et al.*, 2011). Πρώτον επειδή είμαστε ήδη δεσμευμένοι σε κάποιο επίπεδο κλιματικής αλλαγής, το οποίο δεν μπορεί πλέον να αποτραπεί ακόμη και με τις πιο φιλόδοξες μειώσεις εκπομπών (Pittock and Jones, 2000; Anderson, Bayer and Edwards, 2020) . Δεύτερον, οι συνέπειες από τη μείωση των εκπομπών, όταν αυτή επιτευχθεί χρειάζεται αρκετές δεκαετίες για να έχουν σημαντικές θετικές επιδράσεις στο περιβάλλον, ενώ τα περισσότερα μέτρα προσαρμογής έχουν πιο άμεσα οφέλη. Τρίτον, οι προσαρμογές μπορούν να εφαρμοστούν αποτελεσματικά σε τοπική ή περιφερειακή κλίμακα, έτσι ώστε

η αποτελεσματικότητά τους να εξαρτάται λιγότερο από τις ενέργειες άλλων κρατών, ενώ ο μετριασμός της κλιματικής αλλαγής απαιτεί διεθνή συνεργασία (Zhao *et al.*, 2018).

Το αυξανόμενο ενδιαφέρον για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή αντανακλάται στην εξέλιξη της θεωρίας και της πρακτικής των αξιολογήσεων ευπάθειας στην κλιματική αλλαγή. Οι αξιολογήσεις ευπάθειας χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό τρωτών σημείων ενός συστήματος, ως προς την κλιματική αλλαγή, και για την παροχή πληροφοριών για την προσαρμογή και τον αναπτυξιακό σχεδιασμό σε τοπικό, εθνικό και περιφερειακό επίπεδο.

Παρά τη μικρή συμβολή των νησιών στις παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκτιμάται ότι τα νησιά θα είναι τα πρώτα που θα υποστούν τις αρνητικές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής (Vogiatzakis, Mannion and Sarris, 2016). Η έρευνα σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα νησιωτικά συστήματα είναι περιορισμένη παρά τη σημαντική βιοποικιλότητα των νησιών (Carlos *et al.*, 2018; Kumar, Jayasinghe and Gopalakrishnan, 2020; Dueñas, Jiménez-Uzcátegui and Bosker, 2021; Fernández-Palacios *et al.*, 2021; Etherington, Peltzer and Wyse, 2022; Boone and McCleery, 2023).

Λόγω του υψηλού ενδημισμού που τα χαρακτηρίζει, η κλιματική αλλαγή ενδέχεται να οδηγήσει στην απώλεια μοναδικών εξελικτικών κλάδων από το δένδρο της ζωής, όπως ανησυχητικά υπογραμμίζουν οι Veron *et al.*, (2019) κάτι το οποίο απαιτεί άμεση λήψη μέτρων τόσο μετριασμού των επιπτώσεων όσο και μέτρων προσαρμογής. Η περιοχή της Μεσογείου κατατάσσεται στις περιοχές όπου θα επηρεαστούν δυσμενώς από την κλιματική αλλαγή (Giorgi and Lionello, 2007), με τα νησιά να θεωρούνται εξαιρετικά ευάλωτα λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους (υψηλό ποσοστό ενδημισμού, γεωγραφικός αποκλεισμός). Ενώ τα ηπειρωτικά είδη μπορούν να αποφύγουν την εξαφάνιση μεταναστεύοντας για να ακολουθήσουν την κλιματική αλλαγή, πολλά νησιωτικά είδη δεν θα μπορέσουν να ακολουθήσουν αυτό το μοτίβο. Επειδή τέτοια είδη δεν θα είναι σε θέση να διασκορπιστούν από το αρχικό τους νησί, θα πρέπει είτε να προσαρμοστούν γρήγορα είτε να εξαφανιστούν (Courchamp, Benjamin D. Hoffmann, *et al.*, 2014).

## **1.2 Σημασία και αναγκαιότητα μελέτης**

Όπως προαναφέρθηκε, παρόλο που υπάρχουν αρκετές μελέτες που εστιάζουν στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα Μεσογειακά οικοσυστήματα, δεν υπάρχει μια

ολοκληρωμένη ανασκόπηση των επιπτώσεων αυτών στα Μεσογειακά νησιωτικά οικοσυστήματα. Η αξιολόγηση της ευπάθειας των οικοσυστημάτων των νησιών της Μεσογείου στην κλιματική αλλαγή αποτελεί το πρώτο βήμα ώστε να εντοπιστούν αρχικά τα τρωτά τους σημεία.

Η παρούσα διατριβή έχει ως σκοπό την καταγραφή της ευπάθειας των φυσικών οικοσυστημάτων και της βιοποικιλότητας των νησιών της Μεσογείου, στην κλιματική αλλαγή. Αυτό γίνεται με βιβλιογραφική ανασκόπηση από επιστημονικές βάσεις δεδομένων.

Επίσης, στη διατριβή αυτή πραγματοποιείται καταγραφή των σημαντικών παραμέτρων που θα πρέπει λαμβάνονται υπόψιν για να εκτιμηθεί η ευπάθεια των οικοτόπων προτεραιότητας των νησιών της Μεσογείου, χρησιμοποιώντας ως παράδειγμα οικότοπου τον οικότοπο προτεραιότητας \*3170 «Εποχιακά μεσογειακά λιμνία» της Κύπρου.

Τα αποτελέσματα της διατριβής θεωρούνται σημαντικά αφού αποτελούν την πρώτη προσπάθεια να συλλεχθούν πληροφορίες, από τη μέχρι τώρα έρευνα, και να καταγραφεί η ευπάθεια των νησιών στη κλιματική αλλαγή, όσο αφορά τη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα. Αυτό θα αποτελέσει και τη βάση για το μετέπειτα σχεδιασμό αξιολογήσεων ευπάθειας καθώς και την ορθή λήψη μέτρων προσαρμογής και διατήρησης, για τα νησιά αυτά.

# Κεφάλαιο 2

## Βιβλιογραφική ανασκόπηση

### 2.1 Κλιματική αλλαγή, βιοποικιλότητα και οικοσυστήματα

Η κλιματική αλλαγή χαρακτηρίζεται ως μια αυξανόμενη παγκόσμια απειλή για τη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα (Weiskopf et al., 2020). Οι αλλαγές που καταγράφονται τα τελευταία χρόνια δικαιολογούν δικαίως το χαρακτηρισμό αυτό ενώ οι μελλοντικές επιπτώσεις ενδέχεται να είναι ακόμα πιο καταστροφικές. Αρκετά είδη έχουν μετατοπίσει τη κατανομή τους προς τους πόλους και προς υψηλότερα υψόμετρα, σε μια προσπάθεια εντοπισμού της κλιματικής τους θέσης (Ralston et al., 2017). Με την παγκόσμια θερμοκρασία να αυξάνεται διαρκώς, πολλά είδη δεν θα είναι σε θέση να προσαρμοστούν τοπικά ή να μετακινηθούν αρκετά γρήγορα ώστε να εντοπίσουν κατάλληλες κλιματικές θέσεις με αποτέλεσμα να εξαφανιστούν (IPCC, 2014). Ο κίνδυνος εξαφάνισης είναι μεγαλύτερος για είδη με μικρούς πληθυσμούς, περιορισμένο κλιματικό εύρος και περιορισμένες απαιτήσεις ενδιαιτημάτων (Τμήμα Περιβάλλοντος, 2017).

Σύμφωνα με την πρόσφατη έκθεση του IPCC για την κλιματική αλλαγή, το 3-14% των ειδών στα χερσαία οικοσυστήματα ενδέχεται να αντιμετωπίσει πολύ υψηλό κίνδυνο εξαφάνισης σε μια αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1,5°C. Στα ωκεάνια και παράκτια οικοσυστήματα, ο κίνδυνος απώλειας βιοποικιλότητας κυμαίνεται μεταξύ μέτριου και πολύ υψηλού βαθμού. Ο κίνδυνος εξαφάνισης για ενδημικά είδη σε εστίες βιοποικιλότητας προβλέπεται να διπλασιαστεί και να αυξηθεί περαιτέρω, τουλάχιστον να δεκαπλασιαστεί, εάν η θερμοκρασία αυξηθεί από 1,5°C σε 3°C (IPCC, 2022).

Οι αλλαγές του κλίματος, όπως οι υψηλές θερμοκρασίες, η μείωση της βροχόπτωσης, η αυξανόμενη διάρκεια και ένταση των περιόδων ξηρασίας επηρεάζουν αρνητικά τα δασικά οικοσυστήματα. Σε πολλά μέρη, παγκοσμίως, έχει παρατηρηθεί μείωση της ανάπτυξης και αύξηση της θνησιμότητας των δένδρων ενώ η συχνότητα εκδήλωσης

πυρκαγιών έχει αυξηθεί σημαντικά (Weiskopf et al., 2020). Επίσης, οι αλλαγές του κλίματος επηρεάζουν τους κύκλους ζωής και τη γεωγραφική κατανομή εντόμων και παθογόνων παρασίτων με κίνδυνο την εμφάνιση και έξαρση επιδημιών στα δάση (Sturrock et al., 2011). Τα ποσοστά εξάπλωσης των παθογόνων οργανισμών και τα ποσοστά θνησιμότητας των δέντρων μπορεί να μεταβληθούν σημαντικά λόγω της αλλαγής του κλίματος.

Τα υδατικά οικοσυστήματα, ιδιαίτερα οι κοραλλιογενείς ύφαλοι και τα πολικά οικοσυστήματα, κινδυνεύουν από την οξίνιση των ωκεανών (IPCC, 2014). Το 30% του CO<sub>2</sub> που εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα, απορροφάται από τον ωκεανό, μειώνοντας το pH των επιφανειακών υδάτων σε επίπεδα που δυνητικά θα θέσουν σε κίνδυνο ή θα αποτρέψουν τη συσσώρευση ανθρακικού ασβεστίου από οργανισμούς συμπεριλαμβανομένων των κοραλλιογενών υφάλων και των ασβεστοποιητικών φυκών (Anthony et al., 2008). Η συμβιωτική σχέση μεταξύ των κοραλλιών –δινομαστιγωτών επηρεάζεται σημαντικά, με αρνητικές συνέπειες για την επιβίωση, την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή των κοραλλιών προκαλώντας τη χαρακτηριστική λεύκανση των κοραλλιογενών υφάλων. Η οξίνιση των ωκεανών φαίνεται να εξαπλώνεται ταχέως στον δυτικό Αρκτικό Ωκεανό τόσο σε έκταση όσο και σε βάθος (Qi et al., 2017), επηρεάζοντας δυνητικά τα οστρακοειδή, θαλάσσια είδη στον τροφικό ιστό και τις κοινότητες που εξαρτώνται από αυτούς τους πόρους.

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής μπορεί να είναι καταστροφικές για τις θαλάσσιες και παράκτιες περιοχές καθώς και για τη λειτουργία και τη δομή των οικοσυστημάτων τους (Manes et al., 2023; Yin et al., 2023). Η αύξηση της στάθμης της θάλασσας αλλάζει το σχήμα των ακτών, συμβάλλει στη διάβρωση και οδηγεί σε πλημμύρες και περισσότερη υπόγεια διείσδυση αλμυρού νερού. Οι ευρωπαϊκές χώρες που είναι πιο ευάλωτες στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας είναι η Ολλανδία και το Βέλγιο με περισσότερο από 85% της παράκτιας ζώνης κάτω από υψόμετρο 5 μέτρων, ενώ σειρά έχουν η Γερμανία και η Ρουμανία (50%), η Πολωνία (30%) και η Δανία (20%) (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2010).

Τα χωροκατακτητικά ξενικά είδη αποτελούν κύρια αιτία απώλειας βιοποικιλότητας (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2020) και ένας μεγάλος αριθμός αυτών των ειδών εντοπίζεται στη Μεσόγειο Θάλασσα. Μπορούν να επηρεάσουν τα θαλάσσια και τα παράκτια οικοσυστήματα μέσω της θήρευσης, του ανταγωνισμού, της τροποποίησης των οικοτόπων και της εισαγωγής παθογόνων. Η θέρμανση των θαλάσσιων και παράκτιων

υδάτων και η άμεση ανθρώπινη καταστροφή των οικοτόπων μπορούν να βοηθήσουν στην εισαγωγή νέων ξενικών ειδών. Ορισμένα ξενικά είδη λόγω ευνοϊκών συνθηκών αλλά και εξαιτίας των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους (π.χ γρήγορη αναπαραγωγή και ανάπτυξη, υψηλή ικανότητα διασποράς, δυνατότητα προσαρμογής) μπορεί εύκολα να εξελιχθούν σε χωροκατακτητικά είδη. Τα χωροκατακτητικά ξενικά είδη ανταγωνίζονται τα ιθαγενή σε μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες όταν εισέρχονται σε παράκτια ύδατα ενώ απειλούν και τα χερσαία οικοσυστήματα λόγω των μεταβαλλόμενων κλιματικών αλλαγών (G. Camproy *et al.*, 2021).

Όσο αφορά τα αγροτικά οικοσυστήματα, οι ξηρασίες και τα ακραία καιρικά φαινόμενα φαίνεται να μειώνουν την ποιότητα και την απόδοση των καλλιεργειών, με μείωση της παραγωγής να προβλέπεται για αρκετά σημαντικά είδη καλλιεργειών καθώς οι θερμοκρασίες αυξάνονται (Zhao *et al.*, 2017). Η κλιματική αλλαγή μπορεί να δημιουργήσει αυξημένο κίνδυνο μόλυνσης των καλλιεργειών με παράσιτα και παθογόνους οργανισμούς, οδηγώντας σε απώλεια της απόδοσης και αυξάνοντας το οικονομικό κόστος ελέγχου (Chaloner, Gurr and Bebbber, 2021).

## **2.2 Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή**

Προκειμένου να αποφευχθούν οι δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής φαίνεται λογικό ότι θα πρέπει να επιτευχθεί μείωση του ρυθμού με τον οποίο προστίθενται οι εκπομπές των αερίων στην ατμόσφαιρα. Ο μετριασμός (mitigation), όπως αποκαλείται, είναι ένας τρόπος αντιμετώπισης - ελαχιστοποίησης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Ωστόσο, ακόμη και αν ήταν δυνατή μια ριζική μείωση των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σήμερα, δεν θα απέτρεπε σημαντικές αλλαγές στο κλίμα (Fritzsche *et al.*, 2014). Έτσι, οι περισσότερες χώρες ανά το παγκόσμιο προετοιμάζονται πλέον για προσαρμογή στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Προσαρμογή (adaptation) στην κλιματική αλλαγή σημαίνει τη λήψη μέτρων για την προετοιμασία αλλά και την προσαρμογή φυσικών και ανθρώπινων συστημάτων τόσο στις τρέχουσες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής όσο και στις προβλεπόμενες μελλοντικές επιπτώσεις, με σκοπό να μετριαστούν οι ζημιές αλλά και να εκμεταλλευτούν ευεργετικές ευκαιρίες (IPCC, 2001).

Ο αποτελεσματικός και στρατηγικός σχεδιασμός προσαρμογής στοχεύει εκείνα τα συστήματα που θα επηρεαστούν περισσότερο από τις δυσμενείς επιπτώσεις της

κλιματικής αλλαγής (Fritzsche *et al.*, 2014). Κατά τη συζήτηση της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, σημαντικό ρόλο κατέχει η έννοια της «ευπάθειας» η οποία βοηθά να εξακριβωθεί τι κρύβεται πίσω από τις αρνητικές επιπτώσεις και επίσης να εντοπιστούν τα τρωτά σημεία ενός συστήματος που είναι πιο ευαίσθητα στην κλιματική αλλαγή (Fritzsche *et al.*, 2014). Ένας πολύ αποτελεσματικός τρόπος εντοπισμού και ιεράρχησης των παρεμβάσεων προσαρμογής είναι η διεξαγωγή αξιολογήσεων ευπάθειας.

## 2.3 Ο όρος ευπάθεια στην Οικολογία

Η ευπάθεια είναι μια έννοια που χρησιμοποιείται ευρέως σε διάφορους κλάδους της επιστήμης, από την οικονομία και την ανθρωπολογία μέχρι την ψυχολογία, τη μηχανική και την οικολογία (Adger, 2006). Άρα, μπορεί να περιγραφεί με διάφορους ορισμούς ανάλογα με τον κλάδο στον οποίο χρησιμοποιείται. Συχνά, ορίζεται ως ο βαθμός με τον οποίο ένα σύστημα είναι επιρρεπές και ανίκανο να αντιμετωπίσει δυσμενείς επιδράσεις (Adger, 2006). Στην οικολογία θεωρείται ως γενική έννοια και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα διάφορα επίπεδα οργάνωσης, από οργανισμικό επίπεδο, σε επίπεδο πληθυσμού, βιοκοινότητας μέχρι το επίπεδο οικοσυστήματος. Παρακάτω δίνονται κάποιοι ορισμοί της ευπάθειας ανά ιεραρχικό επίπεδο, σύμφωνα με τους De Lange *et al.*, (2010):

**Ευπάθεια πληθυσμού:** ο βαθμός στον οποίο τα είδη υφίστανται τις επιδράσεις ενός στρεσογόνου παράγοντα, ως αποτέλεσμα των οικολογικών τους χαρακτηριστικών που διέπουν την πιθανή έκθεση στο στρεσογόνο παράγοντα, την ευαισθησία και την ικανότητα ανάκαμψης του πληθυσμού.

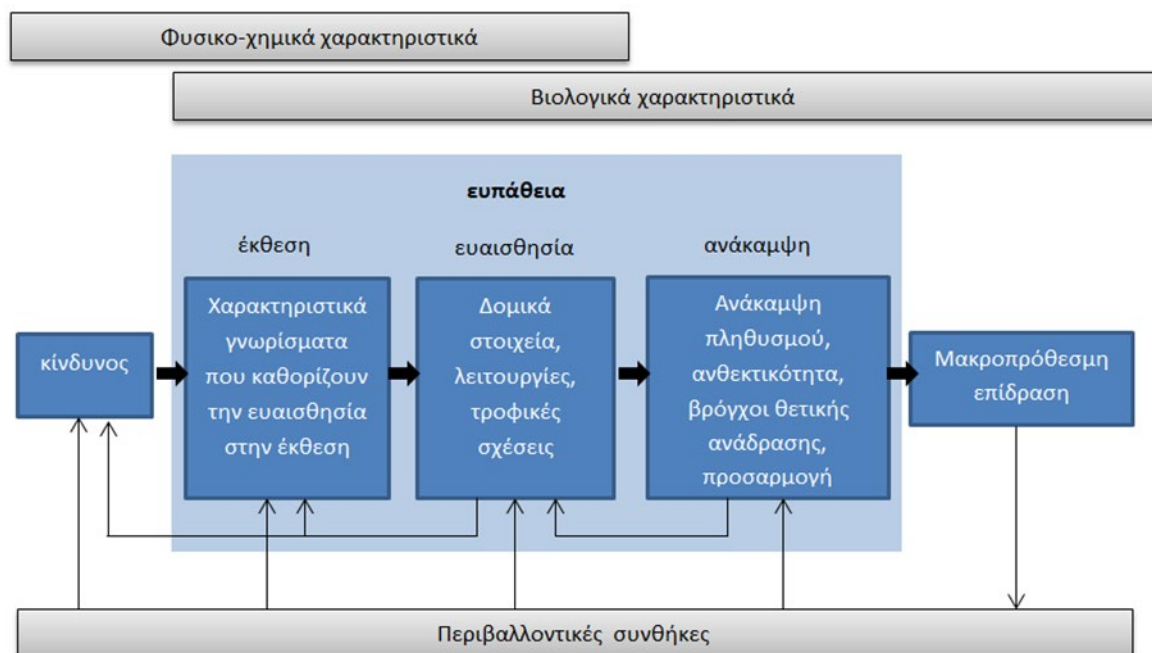
**Ευπάθεια βιοκοινότητας:** ο βαθμός στον οποίο η δομή και η λειτουργία μιας βιοκοινότητας μπορεί να επηρεαστεί από έναν στρεσογόνο παράγοντα. Εξαρτάται από την ευπάθεια των μεμονωμένων πληθυσμών καθώς και από τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των πληθυσμών.

**Ευπάθεια οικοσυστήματος:** Η δυνατότητα ενός οικοσυστήματος να διαμορφώνει την απόκρισή του σε στρεσογόνους παράγοντες με την πάροδο του χρόνου και του χώρου, όπου αυτή η δυνατότητα καθορίζεται από τα χαρακτηριστικά του οικοσυστήματος. Αποτελεί μια εκτίμηση της αδυναμίας ενός οικοσυστήματος να ανέχεται (tolerate) στρεσογόνους παράγοντες στο χρόνο και στο χώρο.

Όπως υπογραμμίζουν οι De Lange *et al.*, (2010), για την αξιολόγηση της ευπάθειας λαμβάνονται υπόψη τρεις πτυχές (**Εικόνα 2.1**). Η πρώτη αφορά την ευαισθησία στην



έκθεση. Μέσω οικολογικών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων των ειδών και του οικοσυστήματος, γίνεται μια προσπάθεια να απαντηθεί το ερώτημα του κατά πόσο τα είδη ή και το οικοσύστημα είναι εκτεθειμένα στο στρεσογόνο παράγοντα όταν αυτός βρίσκεται στο περιβάλλον. Η δεύτερη αφορά την ευαισθησία στο στρεσογόνο παράγοντα. Αυτό μπορεί να περιγραφεί ως η ευαισθησία των ειδών αλλά και των λειτουργιών εντός του οικοσυστήματος καθώς και των τροφικών σχέσεων. Η τρίτη πτυχή αφορά την ικανότητα ανάκαμψης του υπό μελέτη συστήματος και λαμβάνει υπόψη μεταξύ άλλων την ανάκαμψη του πληθυσμού και τη προσαρμοστική του ικανότητα. Να σημειωθεί ότι ως **στρες** ορίζεται η συνεχής ή αργά αυξανόμενη πίεση (π.χ. υποβάθμιση του εδάφους) εντός του εύρους της κανονικής μεταβλητότητας. Το στρες συνήθως γεννάται ενώ οι στρεσογόνοι παράγοντες (η πηγή του στρες) συχνά βρίσκονται μέσα στο σύστημα (Turner *et al.*, 2003).



**Εικόνα 2.1:** Πλαίσιο αξιολόγησης της οικολογικής ευπάθειας. Οι μπάρες στο άνω μέρος αντιπροσωπεύουν εάν καθοριστικό ρόλο έχουν τα φυσικο-χημικά χαρακτηριστικά ή τα βιολογικά χαρακτηριστικά ή και τα δύο. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες (στο κάτω μέρος) έχουν επίδραση σε όλες τις πτυχές, αλλά επηρεάζονται και από τη μακροπρόθεσμη επίδραση. Να σημειωθεί ότι ο κίνδυνος- hazard μπορεί να είναι ανθρωπογενής η φυσικής προέλευσης (τροποποίηση από De Lange *et al.*, 2010).

Οι πτυχές που αναφέρθηκαν πιο πάνω επηρεάζονται από τις υπάρχουσες περιβαλλοντικές συνθήκες και μαζί καθορίζουν την επίπτωση που θα υπάρχει στο οικοσύστημα μακροπρόθεσμα (De Lange *et al.*, 2010). Αυτή μπορεί να είναι η απώλεια ειδών, η αλλαγή στη δομή ή και στη λειτουργικότητα του οικοσυστήματος.

## 2.4 Ευπάθεια και κλιματική αλλαγή

Στις μέρες μας, ο όρος **ευπάθεια** χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο στην επιστήμη και στην πολιτική για την κλιματική αλλαγή. Αντικατοπτρίζει το βαθμό στον οποίο ένα σύστημα υπόκειται, και αδυνατεί να αντιμετωπίσει, τις αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, συμπεριλαμβανομένης της κλιματικής μεταβλητότητας και των ακραίων κλιματικών συνθηκών. Η ευπάθεια αποτελεί συνάρτηση του χαρακτήρα, του μεγέθους και του ρυθμού της αλλαγής και της μεταβλητότητας του κλίματος στα οποία εκτίθεται ένα σύστημα, η ευαισθησία του και η προσαρμοστική του ικανότητα (Ishtiaque *et al.*, 2022).

Σύμφωνα με τους Füssel and Klein (2006), η **έκθεση** αφορά το βαθμό με τον οποίο ένα σύστημα εκτίθεται σε σημαντικές κλιματικές διακυμάνσεις. Η **ευαισθησία** αντιπροσωπεύει το βαθμό με τον οποίο το σύστημα επηρεάζεται, είτε θετικά είτε αρνητικά, από την κλιματική αλλαγή. Το αποτέλεσμα μπορεί να είναι άμεσο (π.χ. αλλαγή στην απόδοση της καλλιέργειας ως απόκριση στη αλλαγή της θερμοκρασίας) ή έμμεσο (π.χ. ζημιές που προκαλούνται από την αύξηση της συχνότητας των παράκτιων πλημμυρών λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας). Η **προσαρμοστική ικανότητα** αφορά την ικανότητα ενός συστήματος να προσαρμόζεται στην κλιματική αλλαγή (συμπεριλαμβανομένου της κλιματική μεταβλητότητας και τις ακραίες καταστάσεις) έως τον μετριασμό των πιθανών ζημιών, την αξιοποίηση ευκαιριών ή την αντιμετώπιση των συνεπειών.

Οι αναλύσεις-αξιολογήσεις της ευπάθειας πρέπει να κατέχουν πρωταρχικό στόχο για τις κοινωνίες. Αφορούν πρακτικές εντοπισμού, μέτρησης και κατάταξης τρωτών σημείων ενός συστήματος. Συνήθως εφαρμόζονται για την ενημέρωση των υπευθύνων λήψης αποφάσεων για προσδιορισμό μακροπρόθεσμων στόχων μετριασμού, αποφυγή των επιβλαβών συνεπειών της κλιματικής αλλαγής καθώς και για την υποστήριξη μέτρων προσαρμογής (Fritzsche *et al.*, 2014).

## 2.5 Κλιματική αλλαγή και νησιωτικά οικοσυστήματα

Από τα συστήματα που θεωρούνται πιο ευάλωτα στην κλιματική αλλαγή είναι τα νησιωτικά οικοσυστήματα. Οι νησιωτικές κοινότητες όντας χωρικά απομονωμένες και αποκλεισμένες από τις κοντινές ηπειρωτικές χώρες, έχουν εξελιχθεί μεμονωμένα και έτσι χαρακτηρίζονται από εξαιρετικά υψηλά ποσοστά ενδημισμού (Kier *et al.*, 2009). Παρόλο που απαντώνται σε λιγότερο από το 5% της χερσαίας έκτασης της Γης, ο ενδημικός πλούτος των νησιών σε φυτά και σπονδυλωτά ξεπερνά αυτόν των ειδών των ηπειρωτικών χωρών κατά 9.5 και 8.1 φορές, αντίστοιχα (Kier *et al.*, 2009). Παγκοσμίως, 10 από τις 35 περιοχές που χαρακτηρίζονται ως εστίες βιοποικιλότητας, είναι εξ ολοκλήρου ή αποτελούνται από νησιά (Bellard, Leclerc and Courchamp, 2014).

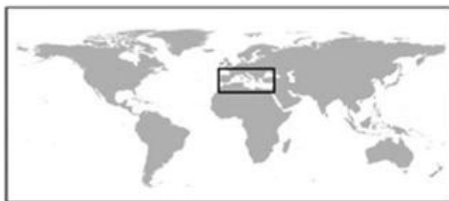
Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, λόγω της κλιματικής αλλαγής, αναμένεται να οδηγήσει σε βύθιση πολλών νησιών ενώ μπορεί να αυξήσει τη διάβρωση των ακτών και τη διείσδυση αλμυρού νερού, επηρεάζοντας τους φυσικούς οικοτόπους (Courchamp, Benjamin D Hoffmann, *et al.*, 2014). Οι αλλαγές στη συχνότητα και την ένταση των ακραίων καιρικών φαινομένων ενδέχεται να οδηγήσουν στη μετατόπιση των κατάλληλων κλιματικών συνθηκών σε διαφορετικές υψομετρικές ή γεωγραφικές περιοχές, πράγμα που σημαίνει ότι για ορισμένα νησιωτικά είδη, τα κατάλληλα κλίματα θα βρεθούν πέρα από τα όρια εξάπλωσής τους (Courchamp, Benjamin D Hoffmann, *et al.*, 2014). Το μέγεθος του νησιού και η τοπογραφική ετερογένεια θα παίξουν κεντρικό ρόλο στη διατήρηση των οικοτόπων όπου τα είδη θα μπορούν να επιβιώσουν (Véron *et al.*, 2019).

Όταν εξαφανίζονται κατάλληλα ενδιαιτήματα, είδη που είναι σε θέση να προσαρμοστούν ή/και έχουν πλεονεκτικά χαρακτηριστικά, πιθανότατα θα επιλεγούν φυσικά υπό τις νέες περιβαλλοντικές συνθήκες, ενώ άλλα μπορεί να εξαφανιστούν (Willis *et al.*, 2008). Επομένως, οι αλλαγές στις κλιματικές συνθήκες μπορεί να προάγουν έναν καταρράκτη τοπικών εξαφανίσεων. Όπως εύστοχα σημειώνουν οι Véron *et al.*, (2019), η αξιολόγηση της ευπάθειας κάθε νησιού είναι ένα πρώτο βήμα προς την ανάλυση κινδύνου για τον προσδιορισμό των πιθανών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και τις συνέπειές τους στη βιοποικιλότητα

## 2.6 Η Λεκάνη της Μεσογείου ως «θερμό σημείο»

Οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής είναι ήδη αισθητές σε όλο τον κόσμο, ωστόσο, ορισμένες περιοχές του πλανήτη πλήττονται ιδιαίτερα. Αυτές οι περιοχές

χαρακτηρίζονται ως «θερμά σημεία» ως προς την κλιματική αλλαγή και είναι περιοχές όπου οι πιθανές επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος στο περιβάλλον ή σε διαφορετικούς τομείς δραστηριοτήτων είναι ιδιαίτερα έντονες σε σύγκριση με άλλες περιοχές (Giorgi, 2006). Η περιοχή της Μεσογείου ή Λεκάνη της Μεσογείου η οποία περιλαμβάνει τις περιοχές γύρω από τη Μεσόγειο θάλασσα (**Εικόνα 2.2**), κατατάσσεται ανάμεσα στις περιοχές αυτές. Συγκεκριμένα, η Λεκάνη της Μεσογείου εκτείνεται σε απόσταση περίπου 3800 km<sup>2</sup> από τα δυτικά προς τα ανατολικά, από το άκρο της Πορτογαλίας έως τις ακτές του Λιβάνου, και σε απόσταση περίπου 1000 km<sup>2</sup>, από τα βόρεια προς τα νότια, από την Ιταλία έως το Μαρόκο και τη Λιβύη (Sundseth, 2010). Περιλαμβάνει έτσι περιοχές τριών ηπείρων: της Ευρώπης, της Ασίας και της Αφρικής



**Εικόνα 2.2:** Η περιοχή της Μεσογείου, όπου φαίνονται τα μεγάλα Μεσογειακά νησιά (απο: Vogiatzakis, Mannion and Sarris, 2016).

Χαρακτηρίζεται από μεσογειακού τύπου κλίμα δηλαδή, θερμά ξηρά καλοκαίρια και ήπιους υγρούς χειμώνες. Οι θερμοκρασιακές συνθήκες μεταβάλλονται από τα παράλια προς το εσωτερικό των ηπείρων. Οι παράλιες περιοχές έχουν μικρότερες θερινές και

μεγαλύτερες χειμερινές θερμοκρασίες, άρα μικρότερο θερμοκρασιακό εύρος από τις εσωτερικές περιοχές ίδιου γεωγραφικού πλάτους.

Τα θερινά μέγιστα μπορούν να φτάσουν στους 42 °C ή και 45°C και θυμίζουν ερημικές συνθήκες, ενώ τα χειμερινά ελάχιστα τους -20°C ή και -25°C και θυμίζουν ηπειρωτικές περιοχές μεγάλων γεωγραφικών πλατών. Η μέση ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται κατά κανόνα από 275 mm μέχρι 900 mm, από τα οποία τουλάχιστον το 65 % πέφτει το χειμώνα. Ωστόσο, υπάρχει μεγάλη μεταβλητότητα των κατακρημνισμάτων χρόνο με το χρόνο.

Η γεωγραφική θέση της Λεκάνης της Μεσογείου, η σύνθετη γεωλογική της ιστορία και οι κλιματολογικές συνθήκες στην περιοχή δημιούργησαν μια ασυνήθιστη γεωλογική και τοπογραφική ποικιλία με ψηλά βουνά, χερσονήσους και ένα από τα μεγαλύτερα αρχιπελάγη του κόσμου, το οποίο περιέχει αρκετές εκατοντάδες νησιά και νησίδες (Blondel and Aronson, 1995).

Η βλάστηση των περιοχών της Μεσογείου είναι εξαιρετικά πλούσια, συγκριτικά με την υπόλοιπη Ευρώπη, και ο βαθμός ενδημισμού είναι ιδιαίτερα υψηλός εξαιτίας του τεμαχισμού της γης σε νησιά και χερσονήσους που δυσχεραίνει το πολλαπλασιασμό και την ανταλλαγή (Βαμβακά, 2004). Συγκεκριμένα, στη Λεκάνη της Μεσογείου απαντώνται 25000 είδη φυτών και 770 είδη σπονδυλωτών από τα όποια τα 13000 και τα 235, αντίστοιχα, είναι ενδημικά (Myers *et al.*, 2000). Αυτό καθιστά τη Μεσόγειο ως «θερμό σημείο» βιοποικιλότητας, ενώ αρκετοί είναι αυτοί που την χαρακτηρίζουν ως βιολογικό παράδεισο της Ευρώπης (Δημόπουλος κ.α, 2008).

Περισσότερα από 5000 νησιά, διαφορετικού μεγέθους συμβάλλουν στην υψηλή βιοποικιλότητα της λεκάνης της Μεσογείου, φιλοξενώντας ένα μεγάλο αριθμό ενδημικών ειδών (Vogiatzakis, Mannion and Sarris, 2016). Ειδικά τα νησιά της Τυρρηνίας (Βαλεαρίδες Νήσοι, Κορσική και Σαρδηνία) είναι από τα πιο σημαντικά σημεία ενδημισμού στην Ευρώπη (Grill *et al.*, 2007). Ενδεικτικά, και όσο αφορά μόνο τα φυτά, οι Βαλεαρίδες νήσοι διαθέτουν περίπου 180 είδη ενδημικών φυτών, η Κορσική 240, η Σαρδηνία 200, η Σικελία 250, η Κρήτη 223, η Κύπρος 170 (Médail and Verlaque, 1997; Menteli *et al.*, 2019) , ενώ νέα είδη από διάφορα taxa ανακαλύπτονται συνεχώς. Τα ενδημικά είδη στα νησιά είναι τα πιο ευάλωτα καθώς 1) τα νησιά είναι απίθανο να προσφέρουν καταφύγια κατά τη διάρκεια οικολογικών αλλαγών και 2) οι πληθυσμοί των ειδών στα νησιά είναι συνήθως περιορισμένοι σε μέγεθος (Grill *et al.*, 2007).

## 2.7 Προβλεπόμενες κλιματολογικές αλλαγές στα νησιά της Μεσογείου

Η Λεκάνη της Μεσογείου βρίσκεται σε μια μεταβατική ζώνη μεταξύ του ξηρού κλίματος της Βόρειας Αφρικής και του εύκρατου και βροχερού κλίματος της κεντρικής Ευρώπης. Επηρεάζεται, έτσι, από τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ μεσαίου γεωγραφικού πλάτους και τροπικών διεργασιών που μπορεί εύκολα να οδηγήσουν σε ουσιαστικές αλλαγές στο μεσογειακό κλίμα (Giorgi and Lionello, 2007). Αυτό καθιστά τη Μεσόγειο μια δυνητικά ευάλωτη περιοχή στις κλιματικές αλλαγές.

Οι Vogiatzakis, Mannion and Sarris, (2016), κατέγραψαν σε άρθρο τους τις προβλεπόμενες αλλαγές του κλίματος στην περιοχή της Μεσογείου μέχρι το τέλος του 21<sup>ο</sup> αιώνα, σύμφωνα με τα σενάρια κλιματικής αλλαγής του IPCC. Στο σενάριο υψηλών εκπομπών αερίων, η θερμοκρασία αναμένεται, το χειμώνα, να αυξηθεί κατά 2-4 °C στη περιοχή της Μεσογείου. Στα δυτικά και συγκεκριμένα στη Κορσική, Σαρδηνία, Σικελία και στα νησιά της Δαλματίας η θερμοκρασία θα αυξηθεί κατά 3-4 °C. Στη Μάλτα και στις Βαlearίδες νήσους η θερμοκρασία αναμένεται να αυξηθεί κατά 2-3 °C. Στα ανατολικά η θερμοκρασία αναμένεται να αυξηθεί στους 3 °C έως και 4 °C στα νησιά του Αιγαίου. Το καλοκαίρι, και τα δύο σενάρια, προβλέπουν αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2-5 °C στη περιοχή της Μεσογείου. Στη Κορσική, Σαρδηνία, Σικελία και στα νησιά της Δαλματίας η θερμοκρασία προβλέπεται να αυξηθεί κατά 4-5 °C. Στα νοτιοανατολικά και συγκεκριμένα στο Αιγαίο, Κρήτη και Κύπρο η θερμοκρασία θα αυξηθεί κατά 2-4 °C.

Για το χειμώνα, και τα δύο σενάρια προβλέπουν μείωση της βροχόπτωσης κατά 30-40 % στο Ιόνιο, στο νοτιοανατολικό Αιγαίο, στην Κρήτη και στην Κύπρο, 30% στη Μάλτα και στις Βαlearίδες νήσους, 20% στη Σαρδηνία και στη Σικελία. Αντιθέτως, για τα νησιά της Δαλματίας η βροχόπτωση αναμένεται να αυξηθεί κατά 10%. Για το καλοκαίρι, η βροχόπτωση θα μειωθεί κατά 40% στα νησιά της Δαλματίας ενώ για την υπόλοιπη λεκάνη της Μεσογείου δηλαδή στη Κορσική, στη Σαρδηνία, στη Σικελία, στη Κρήτη, στα νησιά του Ιονίου και του βόρειου Αιγαίου αναμένεται να σημειωθεί μείωση των βροχοπτώσεων έως 40 % και 50 % για το βόρειο Αιγαίο. Ελάχιστη μείωση της βροχόπτωσης παρατηρείται γενικά στο νότιο τμήμα της λεκάνης προς τα ανατολικά και προς τα δυτικά.

## 2.8 Περιγραφή του οικοτόπου 3170\*

Ένας οικοτοπός που αναμένεται να επηρεαστεί αρνητικά από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι ο οικοτόπος 3170\* δηλαδή τα Μεσογειακά εποχιακά λιμνία ή τέλματα. Το Εγχειρίδιο Ερμηνείας των Ενδιαιτημάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EC 2007) ορίζει τα Μεσογειακά Εποχιακά Λιμνία ως «πολύ ρηχές προσωρινές λίμνες (βάθους μερικών εκατοστών) που υπάρχουν μόνο το χειμώνα ή στα τέλη της άνοιξης, με μια χλωρίδα που αποτελείται κυρίως από μεσογειακά θεοφυτικά και γεωφυτικά είδη». Τα Μεσογειακά Εποχιακά Λιμνία αποτελούν οικοτόπο προτεραιότητας σύμφωνα με το δίκτυο Natura 2000 της Ευρωπαϊκής Ένωσης (κωδικός Natura 3170, Οδηγία για τους οικοτόπους 92/43/EC). Εντοπίζονται στις πέντε περιοχές του κόσμου με Μεσογειακό κλίμα, δηλαδή στην Ευρώπη, Αυστραλία, Νότια και Βόρεια Αφρική και Νότιες ΗΠΑ (Zacharias and Zamparas, 2010).

Τα εποχιακά λιμνία γεμίζουν από τη βροχόπτωση και την επιφανειακή απορροή ή και από τα υπόγεια ύδατα ενώ ξηραίνονται μέσω της εξατμισοδιαπνοής (Caria et al., 2021). Εμφανίζουν δύο καλά διαφοροποιημένες φάσεις: μια υγρή φάση, η οποία συνήθως ξεκινά μετά από μια περίοδο έντονης βροχόπτωσης και μια ξηρή φάση, η οποία συνήθως εμφανίζεται το καλοκαίρι (Fernández-Zamudio, García-Murillo and Díaz-Paniagua, 2018). Ωστόσο, λόγω της χαρακτηριστικής έλλειψης στην πρόβλεψη των μοτίβων βροχοπτώσεων στα μεσογειακά οικοσυστήματα, υπάρχει μεγάλη διαχρονική μεταβλητότητα ως προς το πότε γεμίζει η λίμνη (Fernández-Zamudio, García-Murillo and Díaz-Paniagua, 2018).

Αν και η ξηρή φάση στα εποχικά λιμνία εμφανίζεται συνήθως κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, η πλήρωση των λίμνιων μπορεί να ξεκινήσει το φθινόπωρο, το χειμώνα ή νωρίς την άνοιξη, με την υγρή φάση να διαρκεί μέχρι το καλοκαίρι (Díaz-Paniagua et al., 2010). Έτσι, ένα συγκεκριμένο λιμνίο μπορεί να εμφανίζει εξαιρετικά μεταβλητή διάρκεια υδροπεριόδου (διάστημα όπου υπάρχει νερό στο λιμνίο). Η διάρκεια της υδροπεριόδου φαίνεται να επηρεάζει τις συνθήκες θερμοκρασίας και φωτός κατά τη διάρκεια της υγρής φάσης (Fernández-Zamudio, García-Murillo and Díaz-Paniagua, 2018). Για παράδειγμα, όταν ένα λιμνίο αρχίζει να γεμίζει το φθινόπωρο, η υδροπερίοδος της είναι μεγαλύτερη από ό,τι όταν αρχίζει να γεμίζει το χειμώνα. Επιπλέον, το γέμισμα του φθινοπώρου σημαίνει ότι η θερμοκρασία του νερού είναι στην αρχή πιο ζεστή αλλά στη συνέχεια γίνεται πιο κρύα. Το χειμερινό γέμισμα σημαίνει ότι η θερμοκρασία του νερού είναι πιο κρύα στην αρχή αλλά στη συνέχεια γίνεται πιο ζεστή. Τέλος, όταν ένα

λιμνίο γεμίζει την άνοιξη, η θερμοκρασία του νερού αρχίζει ζεστή και παραμένει ζεστή, αλλά η υδροπερίοδος είναι μικρότερη.

Οι κοινότητες των εποχικών λιμνών θεωρούνται ανθεκτικές επειδή η δομή της κοινότητας της υγρής φάσης μπορεί να αποκατασταθεί μετά την ξηρή φάση, σε μεγάλο βαθμό χάρη στις προσαρμογές που έχουν αναπτύξει οι οργανισμοί ώστε να επιβιώνουν κατά την ξηρή φάση π.χ παραγωγή αυγών και σπερμάτων ανθεκτικών στην ξηρασία (Brock et al., 2003).

Τα εποχιακά λιμνία, αν και αποτελούν καταφύγιο για αρκετά σπάνια και ενδημικά είδη, συχνά παραμελούνται λόγω της εφήμερης φύσης τους και υπόκειται σε υποβάθμιση λόγω των ανθρωπογενών πιέσεων όπως γεωργία, υπερβόσκηση, πυρκαγιές, τουρισμό (Bagella et al., 2016). Η κλιματική αλλαγή είναι μια πρόσθετη απειλή που θα μπορούσε να επιταχύνει την καταστροφή τους και να προκαλέσει βαθιές αλλαγές στην ποιότητα και τη βιολογική αξία αυτών των περιβαλλόντων (Grillas et al., 2021). Στη Μεσόγειο, παρόλο που θεωρούνται οικότοπος προτεραιότητας υπάρχουν πολύ λίγες επιστημονικές έρευνες που να αναλύουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα οικοσυστήματα αυτά, την ευπάθεια τους και την προσαρμοστική τους ικανότητα. Στην Κύπρο οι πληροφορίες αυτές είναι ανύπαρκτες.

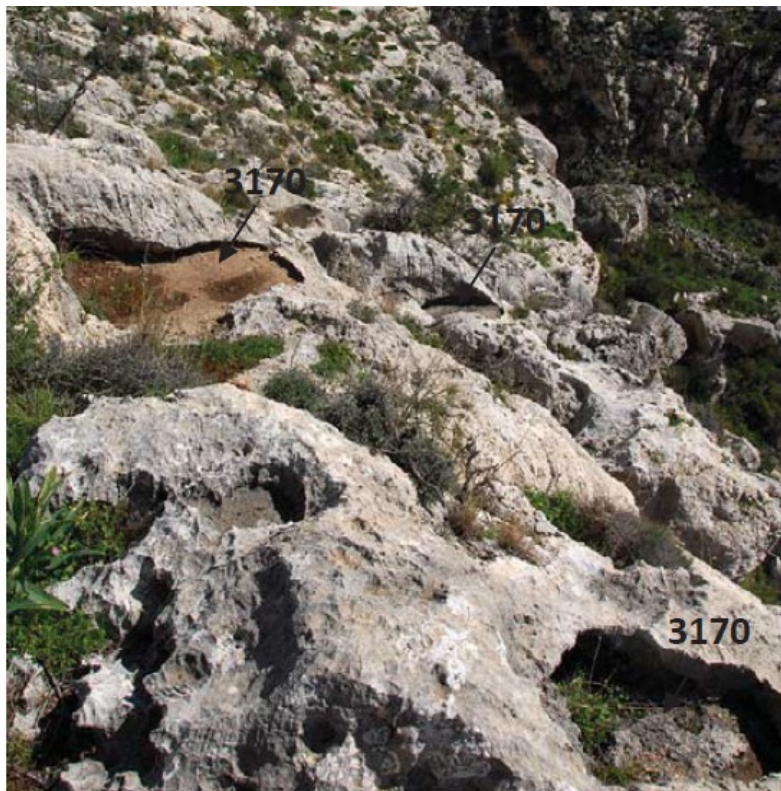
Οι μελλοντικές κλιματικές αλλαγές επηρεάζουν την ύπαρξη των μεσογειακών εποχιακών λιμνιών. Εξαιτίας της αύξησης της θερμοκρασίας, της μείωσης της βροχόπτωσης και των μεγάλων περιόδων ξηρασίας, που προβλέπονται στην περιοχή της Μεσογείου, οι **υδροπερίοδοι** των εποχιακών λιμνιών ενδέχεται να γίνουν πολύ σύντομες ή μπορεί να μην συμβούν καθόλου, λόγω της πτώσης της στάθμης των υπόγειων υδάτων και της μειωμένης εισροής μέσω βροχής και επιφανειακής απορροής (Zacharias and Zamparas, 2010). Οι εποχές ανάπτυξης δεν θα είναι αρκετά μεγάλες ώστε το είδος να ολοκληρώσει έναν κύκλο ζωής (Olmo et al., 2015). Εάν τα είδη αποτυγχάνουν συνεχώς, η τράπεζα αυγών/σπερμάτων μπορεί να υποστεί διάβρωση και οι πληθυσμοί τελικά να εξαφανιστούν.

## 2.9 Τα Μεσογειακά εποχιακά λιμνία στην Κύπρο

Στην Κύπρο τα εποχιακά λιμνία εμφανίζονται στις περισσότερες περιπτώσεις σε καρστικά κοιλάματα που τροφοδοτούνται με βρόχινο νερό, τις γνωστές «καυκάλες» και σπανιότερα σε ρηχά κοιλάματα του εδάφους. Ο όρος *καυκάλα* είναι το τοπικό όνομα για το σκληρό, δευτερογενές ασβεστούχο επίπαγο (κρούστα) που σχηματίζεται πάνω σε

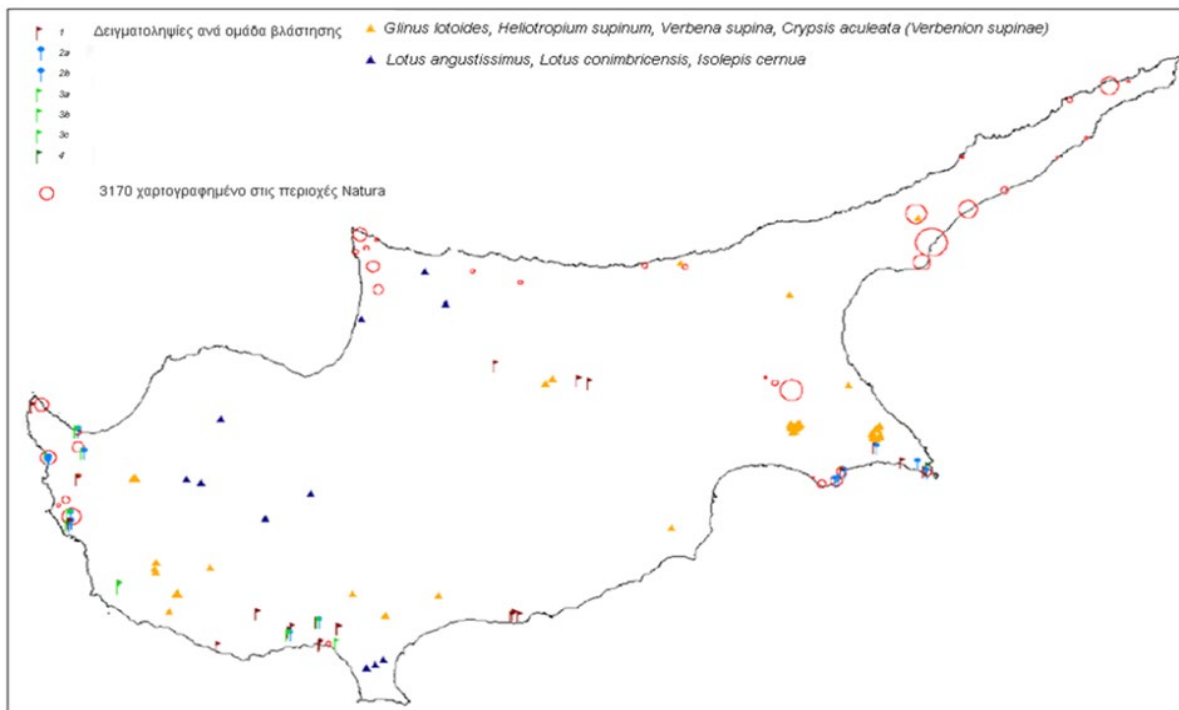


διάφορους ασβεστούχους σχηματισμούς (**Εικόνα 2.3**). Οι καυκάλες είναι αδιαπέραστες για το νερό, εκτός αν υπάρχουν ρωγμές.



**Εικόνα 2.3:** Λιμνία σε καυκάλες, αντιπροσωπευτικοί τύποι του οικοτόπου 3170\* στην Κύπρο (Δεληπέτρου Πηνελόπη, 2010).

Η εξάπλωση των εποχιακών λιμνίων στην Κύπρο είναι ευρεία, και μπορεί να θεωρηθεί ότι υπάρχουν σε όλες τις θέσεις όπου εμφανίζονται οι καυκάλες στη Θερμο – Μεσογειακή κυριώς ζώνη. Τυπικά, στην **Εικόνα 2.4** παρουσιάζεται η εξάπλωση του οικοτόπου των εποχικών λιμνίων στην Κύπρο βάσει των υπάρχοντων δεδομένων, δηλαδή των δειγματοληψιών, της χαρτογράφησης στις περιοχές Natura και της εξάπλωσης αντιπροσωπευτικών ειδών στα οποία δεν έχουν γίνει δειγματοληψίες (οπότε και δεν είναι βέβαιη η παρουσία του οικοτόπου) (Δεληπέτρου Πηνελόπη, 2007).



**Εικόνα 2.4:** Εξάπλωση των εποχιακών λιμνίων στην Κύπρο (Δεληπέτρου Πηνελόπη,2007)

**Πίνακας 2.1:** Χαρακτηριστικές ομάδες- φυτοκοινότητες των Εποχιακών Λιμνίων στην Κύπρο

Φυτοκοινότητα	Είδη
1	<i>Telmisssa microcarpa</i> <i>Sedum porphyreum</i>
2	<i>Juncus bufonius</i> <i>Lythrum hyssopifolia</i>
3	<i>Crassula vaillantii</i> <i>Limosella aquatica</i>
4	<i>Lythrum tribracteatum</i> <i>Ranunculus peltatus</i> <i>Elatine macropoda</i> <i>Damasonium alisma</i>
5	<i>Callitriche brutia</i> <i>Chara sp.</i>
6	<i>Zannichellia palustris</i>
7	<i>Ophioglossum lusitanicum</i> <i>Plantago cretica</i>

Να σημειωθεί ότι η μελέτη των εποχικών λιμνίων στην Κύπρο βασίζεται κυρίως στη μελέτη της χλωρίδας τους μιας και δεν υπάρχουν στοιχεία σχετικά με την πανίδα τους. Τα φυτά στα εποχιακά λιμνία της Κύπρου, απαντώνται σε φυτοκοινότητες οι οποίες παρουσιάζονται στο **Πίνακα 2.1**. Συνήθως παρατηρείται χωρική διαδοχή με ζώνωση, δηλαδή οι διάφορες φυτοκοινότητες εντοπίζονται σε διαφορετικά σημεία των λιμνίων ανάλογα με τη διάρκεια παραμονής του νερού σε αυτά.

Στα βραχώδη υποστρώματα μικρών, ρηχών λιμνίων, που παραμένουν πλημμυρισμένα για μικρή περίοδο, καθώς και στις παρυφές μεγαλύτερων και βαθύτερων λιμνίων, απαντώνται τα είδη της φυτοκοινότητας 1, δηλαδή τα φυτά *Telmisssa microcarpa* και το ενδημικό φυτό της Κύπρου, *Sedum prorphyreum* (Δεληπέτρου Πηνελόπη, 2010). Στις ρηχές και ξηρές περιοχές των βαθύτερων λιμνίων απαντώνται επίσης και τα είδη των φυτοκοινοτήτων 2 (**Εικόνα 2.5**) και 3 (**Εικόνα 2.6**) δηλαδή τα είδη *Juncus bufonius*, *Lythrum hyssopifolia* και *Crassula vaillantii*, *Limosella aquatica*, αντίστοιχα.

Στα βαθύτερα σημεία των λιμνίων που παραμένουν πλημμυρισμένα για μεγάλο χρονικό διάστημα εντοπίζεται η φυτοκοινότητα 4 (**Εικόνα 2.7**) ενώ σε λιμνία που παραμένουν πλημμυρισμένα για ακόμα μεγαλύτερο διάστημα εντοπίζεται η φυτοκοινότητα 5. Η φυτοκοινότητα 4 αποτελείται από τα αμφίβια είδη *Damasonium alisma*, *Elatine macropoda* και *Lythrum tribracteatum* και το υδρόβιο είδος *Ranunculus peltatus* ενώ η φυτοκοινότητα 5 (**Εικόνα 2.8**) από το αμφίβιο είδος *Callitriche brutia* και το υδρόβιο είδος *Chara sp.* Η *Callitriche b.* θεωρείται κινδυνεύων είδος σύμφωνα με το Κόκκινο Βιβλίο της Χλωρίδας της Κύπρου.

Σε βαθύτερα λιμνία που μένουν σχεδόν μόνιμα κατακλυσμένα από νερό, και σπάνια ξηραίνονται εντοπίζεται το υδρόβιο είδος *Zannichelia palustris*. Η *Zannichelia p.* συνιστά από μόνη της τη φυτοκοινότητα 6. Η φυτοκοινότητα 7 αποτελείται από το πτεριδόφυτο *Ophioglossum lusitanicum* και το Κρητικό πλατάνι, *Plantago cretica* (Δεληπέτρου Πηνελόπη, 2007). Αν και το *Ophioglossum lusitanicum* θεωρείται χαρακτηριστικό είδος των εποχιακών λιμνίων, στην Κύπρο έχει εντοπιστεί μόνο σε σημεία που διαποτίζονται με νερό και συγκεκριμένα σε αβαθή κοιλώματα του εδάφους, σε ανοίγματα θαμνώνων και δασών (Δεληπέτρου Πηνελόπη, 2010). Συγκεκριμένα, οι πλέον αντιπροσωπευτικές φυτοκοινότητες των Μεσογειακών εποχιακών λιμνίων της Κύπρου που έχουν παρατηρηθεί αποκλειστικά σε καυκάλες και χαρακτηρίζονται από υγρή και ξηρή οικόφραση είναι οι φυτοκοινότητες 2, 3, 4 και 5



**Εικόνα 2.5:** Καυκάλα με *Juncus bufonius* στον Ακάμα ΝΔ της Πέγειας (Φυτοκοινότητα 2) (Δεληπέτρου Πηνελόπη, 2007).



**Εικόνα 2.6:** Καυκάλα με *Lythrum* και *Ranunculus peltatus* (αριστερά) και *Elatine macropoda* (αριστερά) (Φυτοκοινότητα 4) (Δεληπέτρου Πηνελόπη, 2007).



**Εικόνα 2.7:** Καυκάλες με *Limosella aquatica* (αριστερά ) και *Crassula vaillantii* (δεξιά) στην περιοχή Ακάμα της Πάφου (Φυτοκοινότητα 3). (Δεληπέτρου Πηνελόπη, 2007)



**Εικόνα 2.8:** Καυκάλα με *Callitriche brutia* στον Ακάμα στους βράχους της Ίνειας (Φυτοκοινότητα 5)(Δεληπέτρου Πηνελόπη, 2007).

# Κεφάλαιο 3

## Μεθοδολογία

### 3.1 Σκοπός και στόχοι

Τα νησιά της Μεσογείου βρίσκονται σε μια από τις πιο ευάλωτες, στην κλιματική αλλαγή, περιοχές στον κόσμο. Οι προβλεπόμενες κλιματολογικές αλλαγές στην περιοχή της Μεσογείου, αν και βασίζονται σε κλιματολογικά μοντέλα, μαρτυρούν ότι τα νησιά αυτά θα επηρεαστούν δυσμενώς από την κλιματική αλλαγή. Εξάλλου, η μέση θερμοκρασία στην περιοχή της Μεσογείου φαίνεται να έχει αυξηθεί κατά 1,5 °C τα τελευταία 100 χρόνια, και οι βροχοπτώσεις έχουν δείξει μια αισθητή πτωτική τάση τα τελευταία 50 χρόνια (Seker and Gumus, 2022). Ήδη στη βιβλιογραφία, αν και σποραδικά, υπάρχουν άρθρα που υπογραμμίζουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα νησιά αυτά (Sarris, Christodoulakis and Körner, 2011; Galdies and Vella, 2019; Grillakis, Polykretis and Alexakis, 2020; Luque *et al.*, 2021; Torres *et al.*, 2021; Grillakis, Kapetanakis and Goumenaki, 2022;; Rovithakis *et al.*, 2022).

Λόγω της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας έχουν παρατηρηθεί, μεταξύ άλλων, φαινολογικές αλλαγές στα είδη όπως αλλαγές στο χρόνο άνθισης των φυτών (π.χ στην άνθιση της ελιάς στην Κρήτη) (Grillakis, Kapetanakis and Goumenaki, 2022), πρόωμη μετανάστευση των πουλιών (όπως παρατηρήθηκε στο νησί Ponza, της Ιταλίας) (Maggini *et al.*, 2020), αλλαγές στο κύκλο ζωής των πεταλούδων (Colom *et al.*, 2021). Επίσης, έχουν σημειωθεί απώλειες κλιματικών θέσεων με αντίστοιχα παραδείγματα να αφορούν τις μέλισσες στο Αιγαίο πέλαγος (Kougioumoutzis, Kaloveloni and Petanidou, 2022) καθώς και απώλεια ενδιαιτημάτων όπως αυτών των ενδημικών φυτών στην Κρήτη (Kazakis *et al.*, 2021). Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί αύξηση των πυρκαγιών, αυξημένη θνησιμότητα δένδρων λόγω ξηρασίας (Cipolla and Montaldo, 2022) και εξάπλωση εισβλητικών ειδών (Iglésias and Frotté, 2015).

Όπως τονίζουν οι επιστήμονες τα νησιά δεν θα μείνουν ανεπηρέαστα από την παγκόσμια κλιματική αλλαγή (Fernández-Palacios *et al.*, 2021). Αν αναλογιστεί κανείς ότι στα νησιά αυτά απαντάται ένας αρκετά μεγάλος αριθμός ενδημικών ειδών, τότε εύκολα μπορεί να υποθέσει κανείς ότι υπάρχει κίνδυνος να χαθεί ένα μεγάλο μέρος της παγκόσμιας βιοποικιλότητας, εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής, αφού είδη που απαντώνται

αποκλειστικά στα νησιά αυτά ενδέχεται να εξαφανιστούν, ενώ αρκετά οικοσυστήματα πολύ πιθανό να καταρρεύσουν.

Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι η αξιολόγηση της ευπάθειας της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων των νησιών της Μεσογείου, στην κλιματική αλλαγή. Στόχος, να καταγραφεί ο βαθμός ευπάθειας αλλά και να εντοπιστούν τα τρωτά σημεία, ώστε να βοηθήσει μετέπειτα τους διαχειριστές περιβάλλοντος άλλα και τους υπευθύνους λήψης αποφάσεων για την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων προσαρμογής και προστασίας. Έπειτα θα καταγραφούν οι σημαντικότεροι παράμετροι που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στις αξιολογήσεις ευπάθειας των Μεσογειακών εποχιακών λιμνίων, που αποτελούν, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση, οικότοπο προτεραιότητας.

## 3.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα που αναμένεται να απαντηθούν με την ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι τα εξής:

- Υπάρχουν στοιχεία στην επιστημονική βιβλιογραφία που να δικαιολογούν την ευπάθεια της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων των Μεσογειακών νησιών, στην κλιματική αλλαγή?
- Ποιες είναι οι κύριες προκλήσεις που θα έχουν να αντιμετωπίσουν τα είδη και τα οικοσυστήματα των μεσογειακών νησιών, στην επερχόμενη κλιματική αλλαγή?
- Ποια οικοσυστήματα των Μεσογειακών νησιών ενδέχεται να επηρεαστούν περισσότερο, δηλαδή χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό ευπάθειας, σύμφωνα με την βιβλιογραφία που έχει βρεθεί;
- Ποιες παράμετροι πρέπει να ληφθούν υπόψη για την εκτίμηση της ευπάθειας του οικότοπου προτεραιότητας 3170\*, Μεσογειακά Εποχιακά Λιμνία;

### **3.3 Μεθοδολογία έρευνας για την καταγραφή της ευπάθειας των Μεσογειακών νησιωτικών οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή.**

#### **3.3.1 Η μέθοδος PRISMA «Προτιμώμενα στοιχεία αναφοράς για συστηματικές κριτικές και μετα-αναλύσεις»**

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες της μεθόδου **PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses / Προτιμώμενα στοιχεία αναφοράς για συστηματικές κριτικές και μετα-αναλύσεις)**, όπως περιγράφονται αναλυτικά στο άρθρο των Page et al, (2021), με τίτλο: *The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews*. Η μέθοδος PRISMA περιέχει μια λίστα ελέγχου με 27 στοιχεία και περιλαμβάνει τα καλά καθορισμένα στάδια μιας συστηματικής ανασκόπησης, όπως η ανάπτυξη κριτηρίων επιλεξιμότητας και η περιγραφή πηγών πληροφόρησης, στρατηγικών αναζήτησης, διαδικασιών επιλογής μελετών, αποτελεσμάτων και σύνθεσης δεδομένων.

Η μέθοδος PRISMA μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συστηματικές ανασκοπήσεις που περιλαμβάνουν μετά ανάλυση ή άλλη στατιστική ανάλυση καθώς και σε ανασκοπήσεις χωρίς κάποια στατιστική ανάλυση. Παράλληλα, μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε ποσοτικές όσο και ποιοτικές μελέτες αρκεί να τηρούνται οι κατευθυντήριες οδηγίες αναφοράς που αφορούν την παρουσίαση και τη σύνθεση ποιοτικών δεδομένων (Page et al., 2021).

Ακόμη διασφαλίζει ότι καταγράφονται όλες οι προτεινόμενες πληροφορίες και επιτρέπει στους αναγνώστες να αξιολογήσουν την αξιοπιστία των ευρημάτων. Μπορεί να βοηθήσει τους υπευθύνους λήψης αποφάσεων να αξιολογήσουν τη δυνατότητα εφαρμογής των ευρημάτων στο χώρο τους καθώς και να διατυπώσουν κατάλληλες συστάσεις για πρακτική ή πολιτική.

#### **3.3.2 Πηγές πληροφόρησης και αναζήτησης**

Στη παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, με την συστηματική προσέγγιση υπό τη προοπτική της μεθόδου PRISMA, θα γίνει μια προσπάθεια ώστε να συμπεριληφθούν όλες οι πληροφορίες που αφορούν το θέμα της ευπάθειας των ειδών και των οικοσυστημάτων των νησιών της Μεσογείου, στη κλιματική αλλαγή. Αν και η μέθοδος PRISMA συνιστά μια πλήρη ηλεκτρονική στρατηγική αναζήτησης για τουλάχιστον μία κύρια βάση δεδομένων



(Liberati *et al.*, 2009), η χρήση μόνο μιας βάσης δεδομένων δεν διασφαλίζει ότι θα βρεθούν όλες οι σχετικές μελέτες. Έτσι, τα επιστημονικά άρθρα εντοπίστηκαν διεξάγοντας μια εκτενή βιβλιογραφική ανασκόπηση από δύο κύριες βάσεις δεδομένων, το *Web of science* (WOS) (<https://www.webofscience.com/>) και το Scopus (<https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic>). Αυτές οι δύο βάσεις δεδομένων επιλέχθηκαν λόγω της πληρότητας και της ποιότητας των δημοσιεύσεων που φιλοξενούν και επιμελούνται.

### 3.3.3 Κριτήρια επιλογής και μέθοδος συλλογής

Για τον εντοπισμό των άρθρων πραγματοποιήθηκαν, αρχικά, δύο αναζητήσεις τόσο στο Scopus όσο και στο WOS. Η πρώτη αναζήτηση έγινε με τις εξής λέξεις κλειδιά: “*Climate Change*” AND “*Vulnerability*” AND “*Mediterranean*”.

Η δεύτερη αναζήτηση περιλάμβανε τις ίδιες λέξεις κλειδιά με τη διαφορά ότι η λέξη κλειδί “*Mediterranean*” αντικαταστάθηκε με τη λέξη κλειδί “*Islands*” άρα οι λέξεις κλειδιά ήταν “*Climate Change*” AND “*Vulnerability*” AND “*Islands*”.

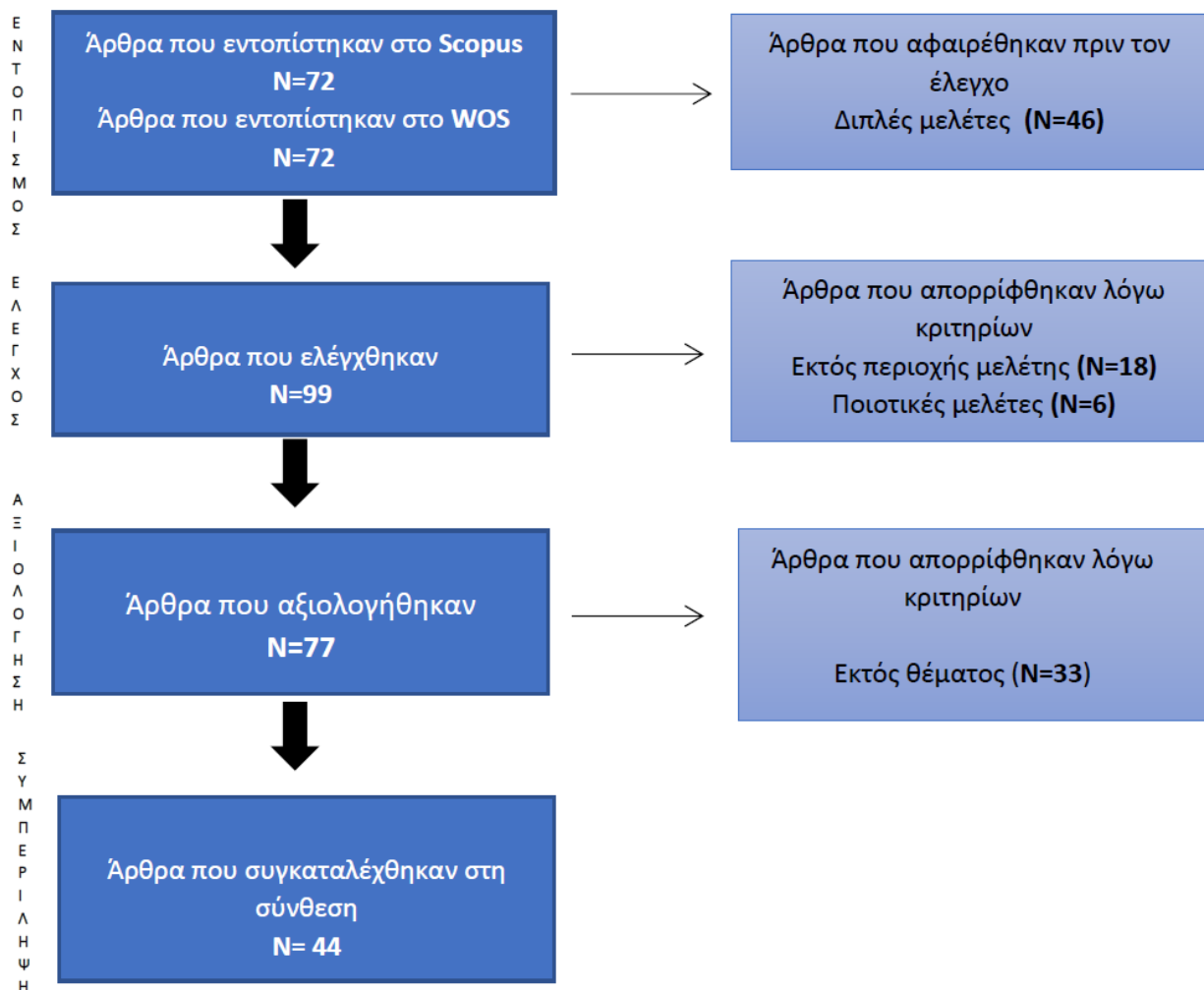
Ο λόγος, ήταν για να εντοπιστούν όσα περισσότερα άρθρα σχετικά με το προς μελέτη θέμα. Η συστηματική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε όπως φαίνεται στο **Διάγραμμα 3.1** και περιγράφεται αναλυτικά πιο κάτω.

Να σημειωθεί ότι τα άρθρα, από τις επιστημονικές βάσεις δεδομένων, επιλέχθηκαν με βάση συγκεκριμένα κριτήρια. Τα επιλεγθέντα άρθρα έπρεπε να περιλαμβάνουν στο τίτλο ή και στην περίληψη τα ακόλουθα λήμματα:

- 1) *κλιματική αλλαγή* ΚΑΙ
- 2) *ευπάθεια* ΚΑΙ
- 3) *βιοποικιλότητα* ή 4) *οικοσυστήματα* ΚΑΙ
- 5) *Μεσογειακά νησιά*.

Έννοιες διαφορετικές από τις πιο πάνω, θεωρήθηκαν ως τα κριτήρια αποκλεισμού. Ωστόσο, δεκτά έγιναν και άρθρα μέσα από τα οποία διαφαίνονταν

η ευπάθεια των ειδών ή των οικοσυστημάτων, χωρίς να αναφέρονται κατά ανάγκη στον όρο αυτό.



**Διάγραμμα 3.1:** Τα διάφορα στάδια της συστηματικής ανασκόπησης, χρησιμοποιώντας την μέθοδο PRISMA.

Η χρονολογία δημοσίευσης των άρθρων δεν λήφθηκε υπόψη για να μην αποκλειστούν σημαντικές πηγές πληροφορίας, ενώ επιλέχθηκαν αποκλειστικά και μόνον *peer-reviewed* επιστημονικά άρθρα. Να σημειωθεί ότι για την αναζήτηση επιλέχθηκε το πεδίο “ALL FIELDS” ώστε να περιλαμβάνονται οι λέξεις κλειδιά σε όσα περισσότερα μέρη του άρθρου γίνεται, είτε στον τίτλο είτε στις λέξεις κλειδιά του άρθρου είτε στην περίληψη.

Με βάση τα κριτήρια ένταξης/αποκλεισμού, εξετάστηκαν αρχικά οι τίτλοι και οι περιλήψεις των άρθρων, για να προσδιοριστεί εάν σχετίζονται με το προς μελέτη

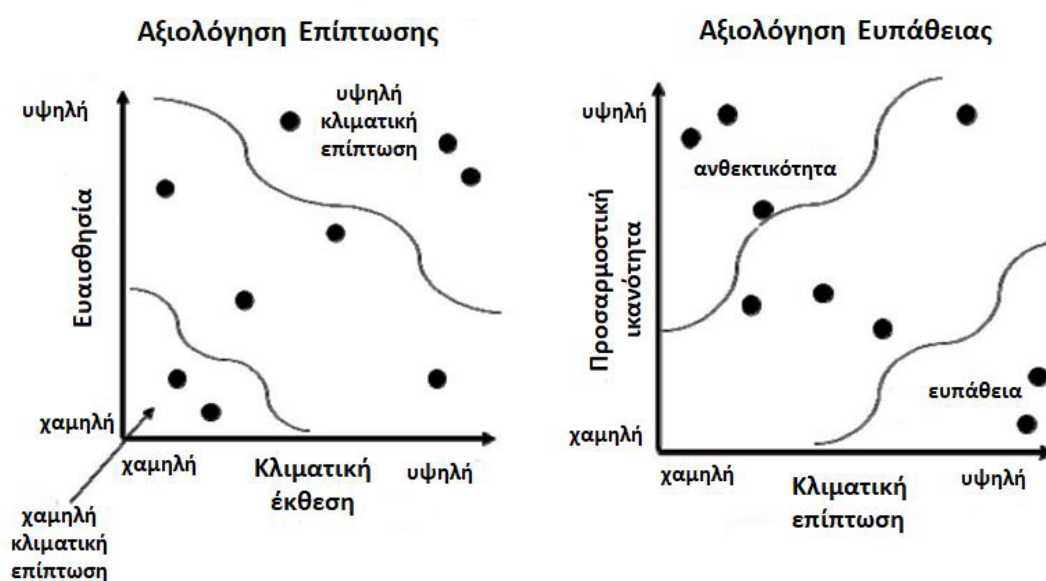
θέμα. Τα άρθρα αποθηκεύτηκαν και ταξινομήθηκαν σε φακέλους ανάλογα με το περιεχόμενό τους, χρησιμοποιώντας την εφαρμογή *Mendeley*.

Στη συνέχεια, εξετάστηκε το πλήρες κείμενο για να αποφασιστεί οπωσδήποτε εάν η μελέτη πληρεί τα κριτήρια επιλεξιμότητας της σύνθεσης.

### 3.4 Μεθοδολογία αξιολόγησης της ευπάθειας του οικοτόπου προτεραιότητας 3170.

Η μεθοδολογία που θα εφαρμοστεί για την εκτίμηση της ευπάθειας των Μεσογειακών Εποχιακών Λιμνίων στην Κύπρο είναι εκείνη που περιγράφεται αναλυτικά στο Οδηγό αξιολόγησης της ευπάθειας στην κλιματική αλλαγή των οικοτόπων του δίκτυο Natura 2000 του ETC/ACC (European Topic Centre on Air and Climate Change) (Harley *et al.*, 2010) καθώς και στον Οδηγό αξιολόγησης της ευπάθειας των ειδών της ΕΕ (Sajwaj *et al.*, 2011).

Συγκεκριμένα η μεθοδολογία περιλαμβάνει μια διαδικασία δύο σταδίων. Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει την αξιολόγηση της κλιματικής επίπτωσης ενώ το δεύτερο στάδιο περιλαμβάνει την αξιολόγηση της ευπάθειας. Τα στάδια παρουσιάζονται στο **Διάγραμμα 3.2** και περιγράφονται αναλυτικά πιο κάτω.



**Διάγραμμα 3.2:** Αξιολόγηση της κλιματικής επίπτωσης (αριστερά) και αξιολόγηση της ευπάθειας (δεξιά), όπως παρουσιάζονται στους Οδηγούς Αξιολόγησης της Ευπάθειας των οικοτόπων του Harley *et al.*, (2010).

Για την αξιολόγηση της επίπτωσης, η έκθεση συγκρίνεται με την ευαισθησία ώστε να δοθεί ένα μέτρο της κλιματικής επίπτωσης που ενδέχεται να υποστεί ο οικότοπος, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η προσαρμογή. Έαν, για παράδειγμα, ο οικότοπος εκτίθεται σε κλιματικές διακυμάνσεις χαμηλού βαθμού (χαμηλή έκθεση) χωρίς να επηρεάζεται αρνητικά (χαμηλή ευαισθησία) τότε προκύπτει μια χαμηλή κλιματική επίπτωση. Όμως, εάν ο οικότοπος εκτίθεται σε υψηλή κλιματική έκθεση και επηρεάζεται αρνητικά (υψηλή ευαισθησία) τότε αυτό συνεπάγεται και σε υψηλή κλιματική επίπτωση.

Για την αξιολόγηση της ευπάθειας η κλιματική επίπτωση, που προέκυψε στο πρώτο στάδιο, συγκρίνεται με την προσαρμοστική ικανότητα του οικότοπου, προκειμένου να δοθεί ένα μέτρο της ευπάθειας. Ενδεικτικά, ο οικότοπος παρουσιάζει ανθεκτικότητα όταν χαμηλή κλιματική επίπτωση αντιστοιχεί σε υψηλή προσαρμοστική ικανότητα. Αντίθετα ο οικότοπος είναι ευπάθης όταν σε υψηλή κλιματική επίπτωση παρουσιάζει χαμηλή προσαρμοστική ικανότητα.

Η πιο πάνω μεθοδολογία λαμβάνεται υπόψη στις αξιολογήσεις ευπάθειας τόσο των οικοτόπων όσο και των ειδών. Σύμφωνα με τους Harley *et al.*, (2010) και Sajwaj *et al.*, (2011), η σύνθεση της κοινότητας πολλών οικοτόπων είναι απίθανο να παραμείνει ανέπαφη, αλλά θα αλλάξει επειδή τα είδη τους θα επηρεαστούν σε διάφορους βαθμούς από την κλιματική αλλαγή. Έτσι, θα γίνει αξιολόγηση της ευπάθειας των ειδών του οικοτόπου 3170, καθώς εάν τα είδη που το απαρτίζουν είναι ευπαθή, τότε και ο οικότοπος στο σύνολό του θα είναι ευπαθής.

## **Κεφάλαιο 4**

### **Αποτελέσματα**

# Μέρος Α: Καταγραφή της ευπάθειας ειδών και οικοσυστημάτων των Μεσογειακών νησιών στην κλιματική αλλαγή

## 4.1 Αριθμός και περιεχόμενο άρθρων

Συνολικά από την αναζήτηση και από τις δύο βάσεις δεδομένων εντοπίστηκαν 144 άρθρα τα οποία διασταυρώθηκαν για πιθανό εντοπισμό διπλών μελετών. Τελικά βρέθηκαν 44 επιλέξιμα άρθρα για την παρούσα συστηματική ανασκόπηση μετά από το έλεγχο και την αξιολόγηση καταλληλότητας του πλήρους κειμένου.

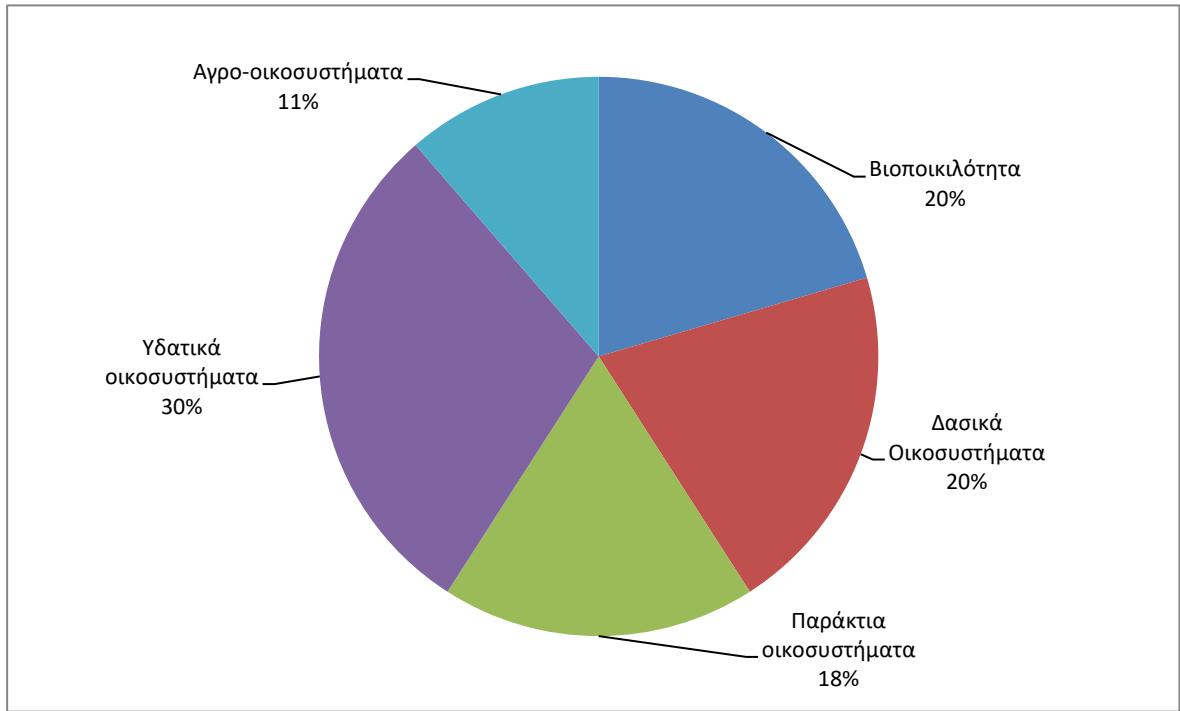
Όσο αφορά το περιεχόμενο, 13 άρθρα αφορούν την ευπάθεια των υδατικών οικοσυστημάτων στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, ποσοστό που αντιστοιχεί στο 30% των άρθρων, 9 άρθρα αφορούν, αντίστοιχα, την ευπάθεια της βιοποικιλότητας και των δασικών οικοσυστημάτων, ποσοστό που αντιστοιχεί στο 20%, 8 άρθρα την ευπάθεια των παράκτιων και 5 άρθρα την ευπάθεια των αγροτικών οικοσυστημάτων, ποσοστό που αντιστοιχεί στο 18% και 11% αντίστοιχα. Ο αριθμός των άρθρων για κάθε βάση δεδομένων με τις αντίστοιχες λέξεις κλειδιά καθώς και η θεματική ενότητα που καλύπτουν, φαίνεται αναλυτικά στον **Πίνακα 4.1** ενώ στο **Διάγραμμα 4.1** φαίνεται ο συνολικός αριθμός των άρθρων ανά περιεχόμενο, σε ποσοστιαίο αριθμό.

## 4.2 Είδος μελετών

Από τα 44 άρθρα, τα 13 χαρακτηρίζουν ξεκάθαρα το βαθμό ευπάθειας (χαμηλό, μέτριο, υψηλό κ.ο.κ) ενώ τα υπόλοιπα 31 δικαιολογούν με το περιεχόμενο τους την ευπάθεια των ειδών και των οικοσυστημάτων στις επιπτώσεις τις κλιματικής αλλαγής, χωρίς απαραίτητα να τη χαρακτηρίζουν. Όσον αφορά το είδος των μελετών που συλλέχθηκαν, 12 άρθρα αφορούν εμπειρικές δηλαδή επί τόπου μελέτες, 13 άρθρα περιλαμβάνουν κλιματολογικά μοντέλα πρόβλεψης, 7 άρθρα περιλαμβάνουν μοντέλα κατανομής των ειδών ή της βλάστησης ή του οικοτόπου, 7 άρθρα σχετίζονται με δείκτες ευπάθειας και 5 ερευνητικά άρθρα που βασίζονται σε πειράματα.

**Πίνακας 4.1:** Αριθμός άρθρων ανά βάση δεδομένων (Scopus & WOS), όπως προέκυψε από τη βιβλιογραφική αναζήτηση, και κατάταξή τους ανάλογα με το περιεχόμενο,

	<i>Λέξεις κλειδιά</i>	<i>Βιοποικιλότητα</i>	<i>Δασικά Οικοσυστήματα</i>	<i>Παράκτια Οικοσυστήματα</i>	<i>Υδατικά Οικοσυστήματα</i>	<i>Αγρο-οικοσυστήματα</i>
<i>Scopus</i>	Climate change Vulnerability <b>Mediterranean</b>	4	4	4	9	3
	Climate change Vulnerability <b>Islands</b>	2	1	1	1	2
<b>Σύνολο</b>		<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>5</b>
<i>Wos</i>	Climate change Vulnerability <b>Mediterranean</b>	2	2	1	2	0
	Climate change Vulnerability <b>Islands</b>	1	2	2	1	0
<b>Σύνολο</b>		<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
<i>Σύνολο (Scopus &amp; Wos)</i>		<b>9</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>5</b>



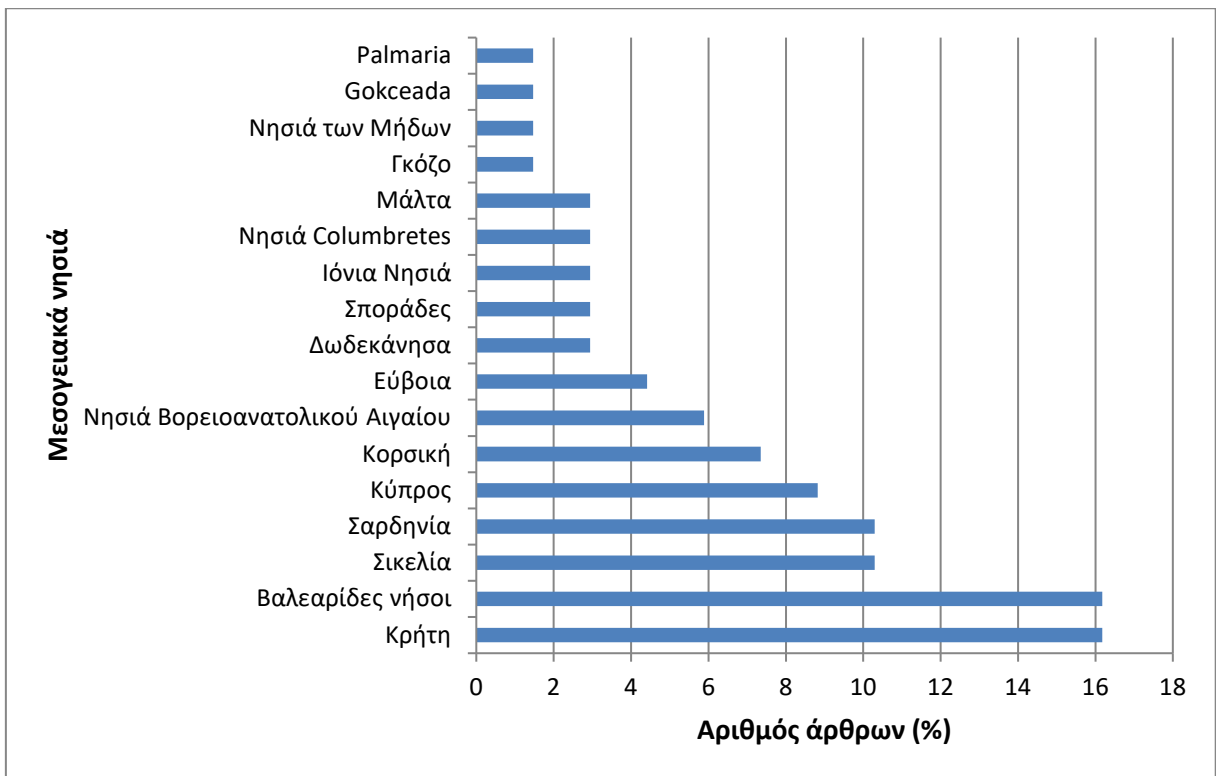
έκυψε από

### 4.3 Μεσογειακά νησιά

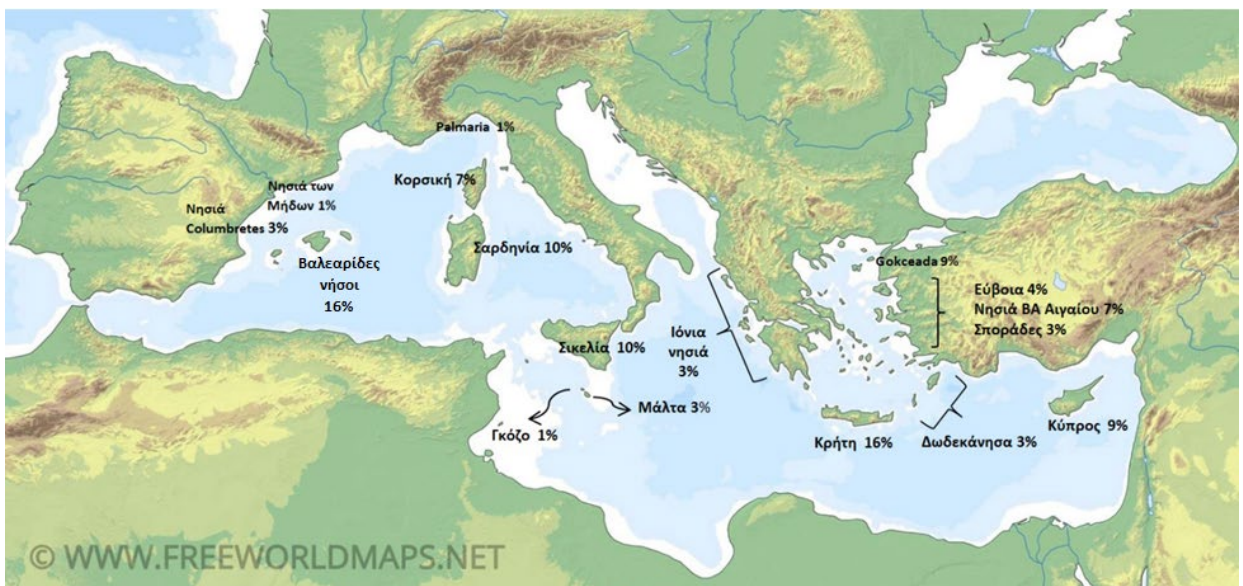
Τα άρθρα καλύπτουν ένα αρκετά ικανοποιητικό εύρος Μεσογειακών νησιών όπως φαίνεται στο **Διάγραμμα 4.2** και στην **Εικόνα 4.1**. Το μεγαλύτερο ποσοστό το άρθρων και συγκεκριμένα το 16%, αναφέρεται στην ευπάθεια της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων στις Βαlearίδες νήσους (Μαγιόρκα, Μενόρκα, Ίμπιζα, Φορμεντέρα, Καμπρέρα) και στην Κρήτη, αντίστοιχα, ενώ ακολουθεί η Σικελία και η Σαρδηνία με ποσοστό 10 %, εξίσου, η Κύπρος και η Κορσική με ποσοστό 9 % και 7 % αντίστοιχα. Έπειτα ακολουθούν με μικρό ποσοστό τα νησιά του Βορειοανατολικού Αιγαίου (7%), η Εύβοια (4%), καθώς και τα Δωδεκάνησα , οι Σποράδες , τα Ιόνια νησιά , τα νησιά Columbretes, η Μάλτα με ποσοστό 3 % αντίστοιχα, το νησί Γκόζο, το νησί Gokceada, και το ιταλικό νησί Palmaria, με ποσοστό μόλις 1 % αντίστοιχα.

Ανά χώρα το μεγαλύτερο ποσοστό των άρθρων αφορά νησιά της Ελλάδας (35%) ενώ ακολουθεί κατά σειρά η Ιταλία (22 %), η Ισπανία (21 %), η Κύπρος (9%), η Γαλλία (7%), η Μάλτα (4 %) και τέλος η Τουρκία (1%) (**Διάγραμμα 4.3**).

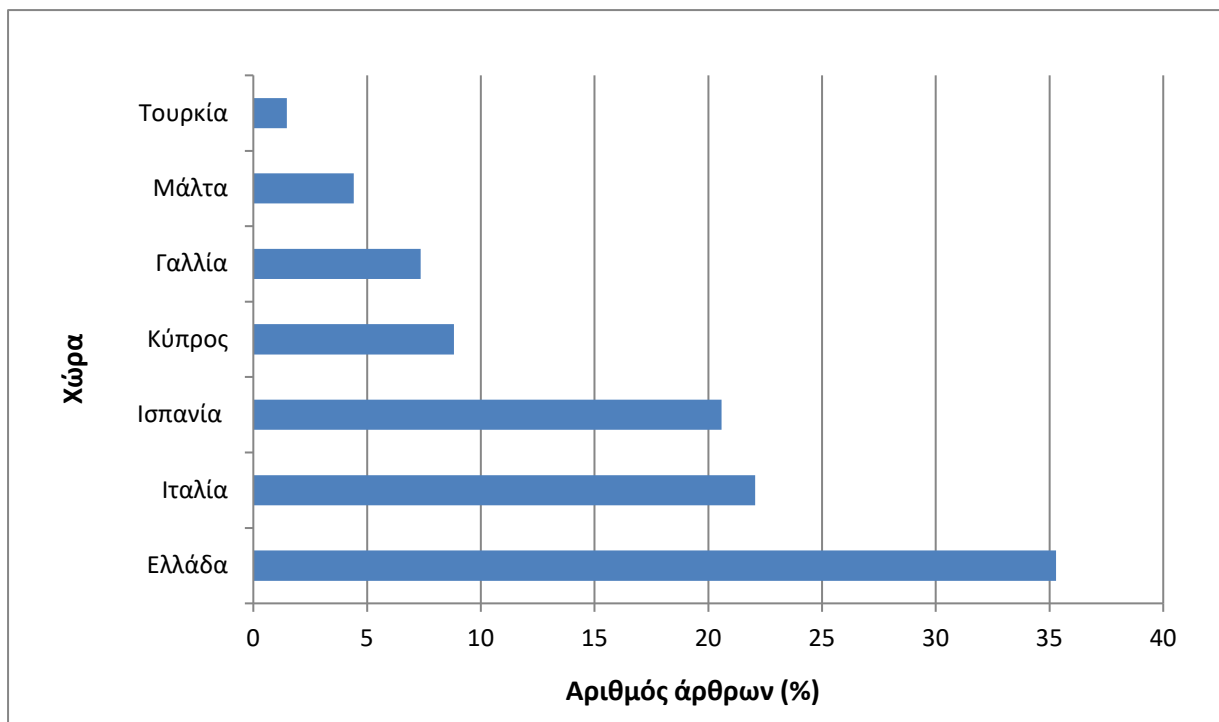




**Διάγραμμα 4.2:** Ποσοστιαίος αριθμός άρθρων (%) ανά μεσογειακό/ά νησί/ά όπως προέκυψαν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση υπό τη μέθοδο PRISMA.



**Εικόνα 4.1:** Χάρτης της Μεσογείου και απεικόνιση του ποσοστιαίου αριθμού των άρθρων (%) ανά μεσογειακό νησί.



**Διάγραμμα 4.3:** Ποσοστιαίος αριθμός άρθρων (%) ανά χώρα που περιλαμβάνει μεσογειακά νησιά, όπως προέκυψε από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση υπό τη μέθοδο PRISMA.

## 4.4 Βιοποικιλότητα

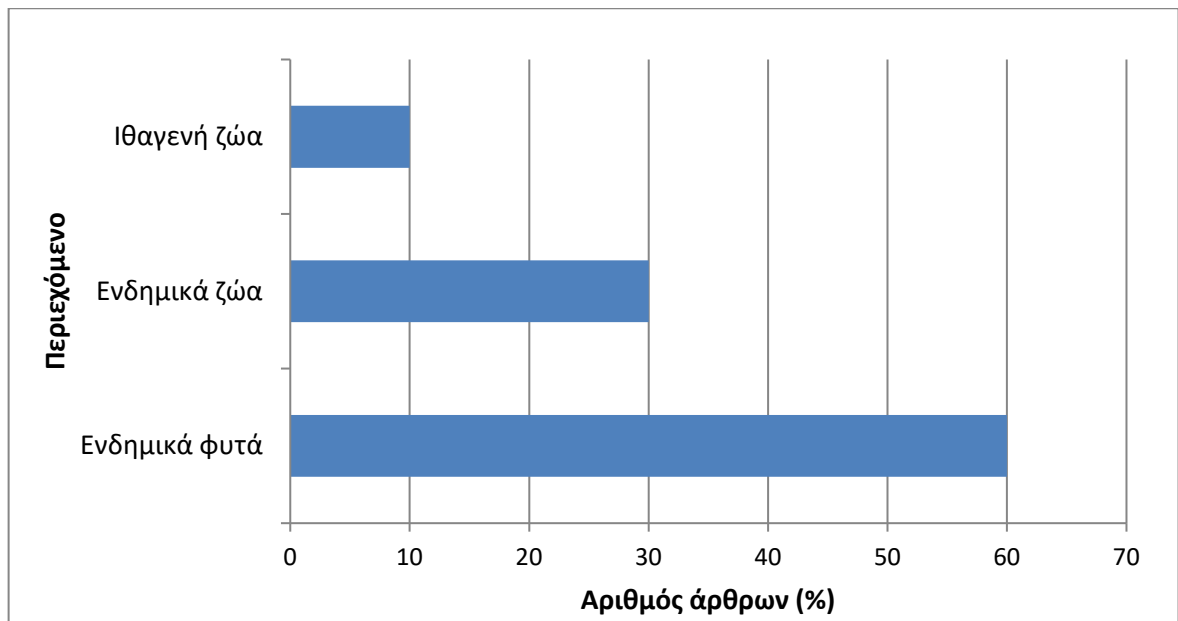
Το 20 % των άρθρων που βρέθηκαν, δικαιολογούν με το περιεχόμενό τους την ευπάθεια της βιοποικιλότητας στην κλιματική αλλαγή. Από αυτά τα άρθρα το 60 % σχετίζεται με φυτά ενώ το 40% με ζώα. Το ενδιαφέρον εστιάζεται στο γεγονός ότι το 50% και 20% των άρθρων σχετίζεται με την ευπάθεια ενδημικών ειδών φυτών και ζώων, αντίστοιχα, στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής π.χ αύξηση θερμοκρασίας ενώ το 10 % στην ευπάθεια, εξίσου, ενδημικών ειδών φυτών και ζώων από εισβλητικά είδη ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής (**Διάγραμμα 4.4**). Δηλαδή το μεγαλύτερο ποσοστό των άρθρων ( 90 %) αναφέρεται αποκλειστικά σε ενδημικά είδη.

Μόλις ένα άρθρο, δικαιολογεί με το περιεχόμενό του την ευπάθεια ιθαγενών ζώων στη κλιματική αλλαγή (Kougioumoutzis, Kaloveloni and Petanidou, 2022). Συγκεκριμένα, το άρθρο εστιάζεται στις μέλισσες στο αρχιπέλαγος του Αιγαίου, μια από τις πιο πλούσιες σε είδη περιοχές της Μεσογειακής βιοποικιλότητας, *hotspot* όσον αφορά τα έντομα, συμπεριλαμβανομένων των επικονιαστών. Σύμφωνα λοιπόν, με τους Kougioumoutzis,

Kaloveloni and Petanidou, (2022), η κλιματική αλλαγή και συγκεκριμένα, οι αυξημένες θερμοκρασίες και η αυξημένη ξηρασία, ενδέχεται να οδηγήσει τις μέλισσες, ακόμη και τα θερμόφιλα είδη μελισσών, σε εξαφάνιση και άρα σε κατάρρευση του δικτύου επικοινωνίας.

Να σημειωθεί ότι δεν έχει εντοπιστεί κανένα άρθρο που να αφορά την ευπάθεια ιθαγενών ειδών φυτών στην κλιματική αλλαγή. Αντιθέτως, όλα τα φυτά που αναφέρονται στα άρθρα είναι ενδημικά είδη με στενό γεωγραφικό εύρος, επαπειλούμενα σύμφωνα με τη κόκκινη λίστα του IUCN. Απειλούνται με εξαφάνιση από την αύξηση της θερμοκρασίας αλλά και από εισβλητικά είδη, η εξάπλωση των οποίων ευνοείται από την κλιματική αλλαγή. Άρα, δικαίως μπορούν να χαρακτηριστούν ως ευπαθή στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Μάλιστα, περίπου τα 4/5 των άρθρων που έχουν βρεθεί τονίζουν ότι ο κίνδυνος εξαφάνισης ενδημικών ειδών είναι μεγαλύτερος σε περιοχές με υψηλό υψόμετρο και σε οροσειρές (Médail, 2017)(Kazakis *et al.*, 2021) (Lázaro-Nogal *et al.*, 2016) (Kougioumoutzis *et al.*, 2020b). Χαρακτηριστικό παράδειγμα σε αυτά τα άρθρα αποτελεί η Κρήτη με τις οροσειρές της, όπου από κέντρα ενδημισμού, διατήρησης και ποικιλομορφίας προβλέπεται να μετατραπούν σε «νεκρές ζώνες βιοποικιλότητας» όπως εύστοχα σημειώνουν οι επιστήμονες (Kougioumoutzis *et al.*, 2020a) (Kougioumoutzis *et al.*, 2020b). Μάλιστα, σύμφωνα με τους Kazakis *et al.*, (2021), την περίοδο 2001-2008, τέσσερα είδη φυτών έχουν εξαφανιστεί από τα Λευκά Όρη της Κρήτης, μεταξύ των οποίων δύο ήταν ενδημικά.

Σε αντίθεση με τα φυτά, λίγα είναι τα άρθρα που αναφέρονται σε ζώα και συγκεκριμένα σε ενδημικά είδη ζώων. Αναφορά υπάρχει για ένα ενδημικό είδος νυχτερίδας, το σπανιότερο είδος στην Ευρώπη, το *Plecotus sardus* στη Σαρδηνία (Ancillotto *et al.*, 2021). Το είδος αυτό κινδυνεύει από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, όπως καύσωνες, ξηρασία και πυρκαγιές, με το πληθυσμό του να έχει μειωθεί το διάστημα μεταξύ 2003-2008 ενώ αναμένεται να εξαφανιστεί μέχρι το 2040. Άλλο παράδειγμα αποτελεί το ενδημικό είδος μυρμηγκιού, *Lasius balearicus*, το οποίο απαντάται μόνο στις βουνοκορφές του νησιού Μαγιόρκα (Βαλεαρίδες νήσοι) έχοντας μικρή πιθανότητα επιβίωσης, βραχυπρόθεσμα, λόγω της κλιματικής αλλαγής (Talavera, Espadaler and Vila, 2015). Αναφορά γίνεται και για το ενδημικό είδος σαύρας *Podarcis pityusensis* στις Βαλεαρίδες νήσους, το οποίο απειλείται από εισβλητικά είδη φιδιών, η εξάπλωση των οποίων ευνοείται από τις αλλαγές του κλίματος (Silva-Rocha *et al.*, 2015). Στον **Πίνακα 4.2** φαίνονται ενδεικτικά τα ενδημικά είδη φυτών και ζώων που περιλαμβάνονται στα άρθρα, το νησί που απαντώνται καθώς και ο λόγος που θεωρούνται ευπαθή.



**Διάγραμμα 4.4:** Περιεχόμενο και αριθμός άρθρων (%) που αφορούν την ευπάθεια της βιοποικιλότητας των Μεσογειακών νησιών, όπως προέκυψε από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση υπό τη μέθοδο PRISMA.

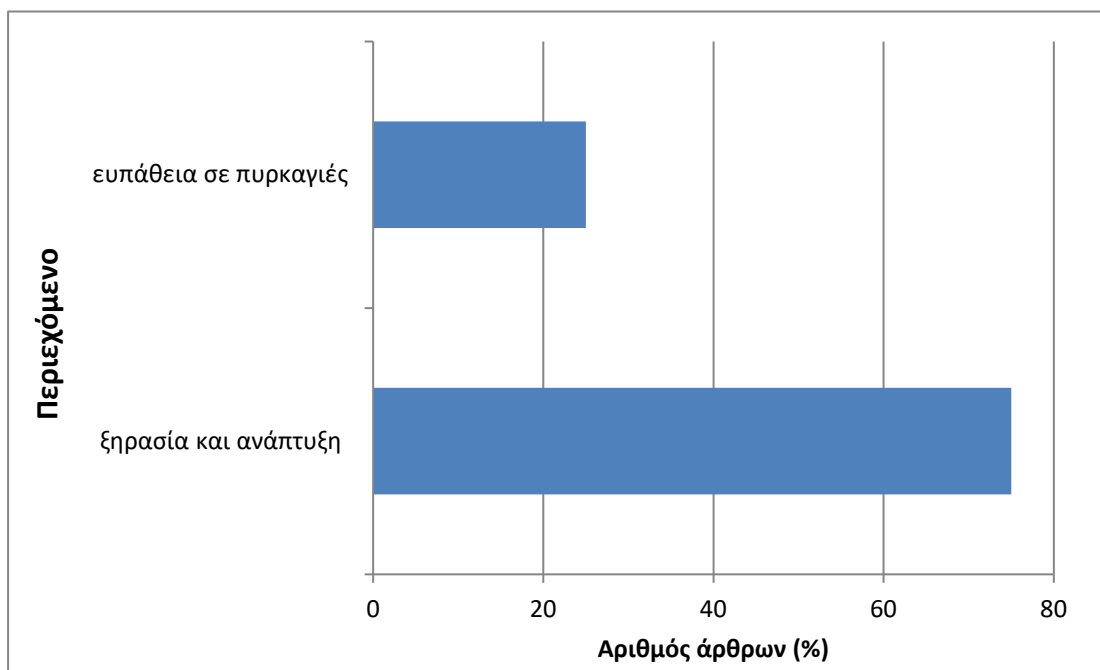
**Πίνακας 4.2:** Ενδημικά είδη φυτών και ζώων που έχουν εντοπιστεί από τα άρθρα, το νησί που απαντώνται και ο λόγος που θεωρούνται ευπαθή.

Μεσογειακό Νησί	Ευπάθεια λόγω κλιματικών αλλαγών (αύξηση θερμοκρασίας, μείωση βροχόπτωσης)	Ευπάθεια λόγω εισβλητικών ειδών
Σικελία		<i>Silene hicesiae</i> (απειλείται από επέκταση του <i>Ailanthus altissima</i> και <i>Limonium sommierianum</i> )
Σαρδηνία	<i>Nananthea perpusilla</i> , <i>Plecotus sardus</i>	
Κύπρος	<i>Onosma caespitosa</i> , <i>Salvia veneris</i> <i>Sideritis cypria</i>	
Κρήτη	<i>Convolvulus argyrothamnos</i>	
Βαlearίδες νήσοι	<i>Apium bermejoi</i> , <i>Naufraga balearica</i> , <i>Daphne rodriguezii</i> , <i>Cneorum tricoccon</i> , <i>Lasius balearicus</i>	<i>Podarcis pityusensis</i> (απειλείται από εξάπλωση των <i>Hemorrhoids hipprocrepis</i> ,  <i>Malpolon monspessulanus</i> , <i>Macroprotodon mauritanicus</i> και <i>Rhinechis scalaris</i> )
Κορσική	<i>Nananthea perpusilla</i>	
Εύβοια	<i>Allium iatrouinum</i>	
Σκύρος	<i>Aethionema retsina</i>	

## 4.6 Μεσογειακά νησιωτικά οικοσυστήματα

### 4.6.1 Δασικά Οικοσυστήματα

Το 20% των άρθρων που έχουν βρεθεί αναφέρονται στην ευπάθεια των δασικών οικοσυστημάτων στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Από αυτά τα άρθρα, το 75% αναφέρεται στην ευπάθεια των δασικών οικοσυστημάτων στην ξηρασία, με την έννοια ότι παρεμποδίζεται η ανάπτυξη των δένδρων, ενώ το 25% αναφέρεται στην ευπάθεια των δασικών οικοσυστημάτων στις πυρκαγιές ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής (Διάγραμμα 4.5).



**Διάγραμμα 4.5:** Αριθμός (%) και περιεχόμενο των άρθρων που αφορούν την ευπάθεια των δασικών οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή, όπως προέκυψε από τη βιβλιογραφική αναζήτηση υπό τη μέθοδο PRISMA.

Η ευπάθεια των δασικών οικοσυστημάτων των Μεσογειακών νησιών στις πυρκαγιές, ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, δικαιολογείται μέσα από τα άρθρα με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα το σενάριο RCP 8.5 (αύξηση θερμοκρασίας κατά 3 -7 °C) δείχνει ότι μέχρι το 2100 μεταξύ των νησιών Κορσική, Σαρδηνία, Σικελία, Βαλεαρίδων νήσων, Μάλτα, Κρήτη και Κύπρος, μεγαλύτερη ευπάθεια στις δασικές πυρκαγιές θα παρουσιάσει η Κορσική ακολουθώντας κατά σειρά η Σαρδηνία, οι Βαλεαρίδες νήσοι, η Κύπρος, η Μάλτα, η Κρήτη και τέλος η Σικελία (Bacciu *et al.*, 2021). Στην Κορσική, όπως σημειώνουν οι Garbolino, Sanseverino-Godfrin and Hinojos-Mendoza, (2016), υπολογίζεται ότι μέχρι το τέλος αυτού του αιώνα η ξηροφυτική και θερμόφιλη βλάστηση, η οποία εμπλέκεται σε δασικές πυρκαγιές, θα επεκταθεί σε περιοχές όπου επί του παρόντος είναι λιγότερο εκτεθειμένες σε κίνδυνο δασικών πυρκαγιών. Αυτό θα αυξήσει τον κίνδυνο των δασικών οικοσυστημάτων της Κορσικής στις πυρκαγιές. Παρομοίως, η βλάστηση στη Κορσική σχετίζεται άμεσα με την τωρινή κατανομή της ευπάθειας του νησιού στις δασικές πυρκαγιές όπως σημειώνουν οι Oliveira *et al.*, (2018).

Όπως προαναφέρθηκε εν μέρει πιο πάνω, η κλιματική αλλαγή αναμένεται να οδηγήσει σε σημαντικές αλλαγές στη σύνθεση των δασικών οικοσυστημάτων. Παράδειγμα αποτελούν τα βουνά της Κορσικής, όπου το εύκρατο μικτό δάσος άρχισε να αντικαθίσταται από θερμόβια είδη, λόγω μειωμένων βροχοπτώσεων (Gritti, Smith and Sykes, 2006). Αυτό υποδηλώνει ότι η κλιματική αλλαγή θα έχει τη μεγαλύτερη επίδρασή στα οικοσυστήματα των ορεινών περιοχών της Μεσογείου. Είναι πιθανό ότι, σε αυτές τις περιοχές, οι προβλεπόμενες αλλαγές στη θερμοκρασία και στη βροχόπτωση θα οδηγήσουν σε μια μετατόπιση προς τους τύπους βλάστησης που βρίσκονται επί του παρόντος σε ξηρότερες και θερμότερες συνθήκες. Μάλιστα, όπως σημειώνουν οι Gritti, Smith and Sykes, (2006), η αστάθεια που δημιουργείται ευνοεί τα εισβλητικά είδη τα όποια προσαρμόζονται καλύτερα στις νέες συνθήκες.

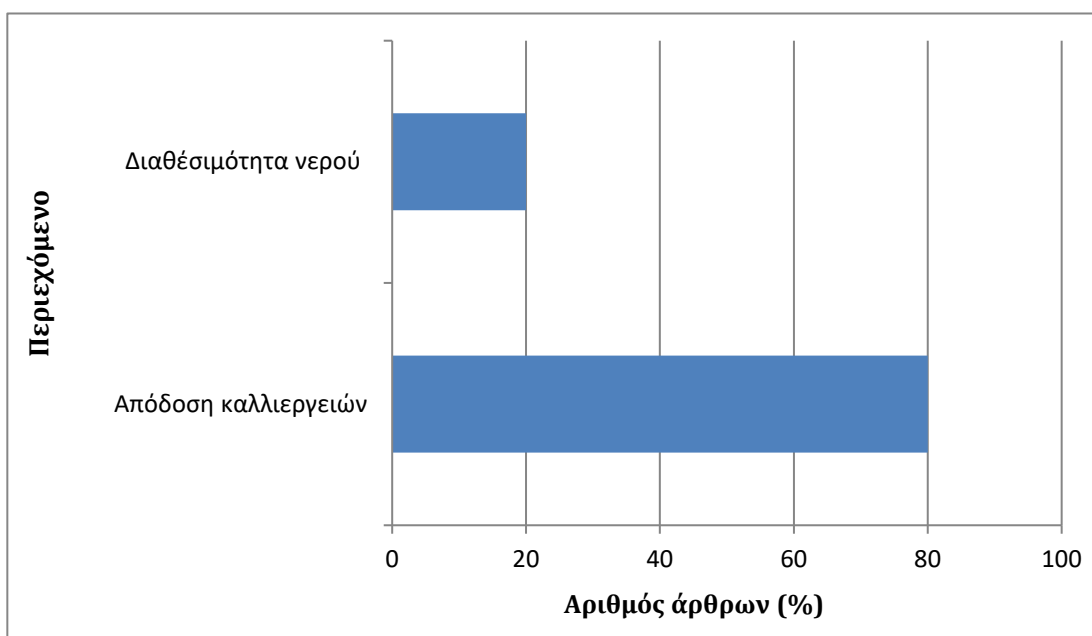
Τα περισσότερα άρθρα που έχουν βρεθεί τονίζουν την ευπάθεια των δασικών οικοσυστημάτων στην ξηρασία. Από μελέτη δακτυλίων σε δάση *Pinus brutia* στη Σάμο και στη Λέσβο, βρέθηκε ότι τα είδη αυτά γίνονται όλο και πιο ευαίσθητα σε νεκρώσεις που οφείλονται στην ξηρασία, με τα νεότερα δέντρα να είναι πιο ευάλωτα από τα γηραιότερα (Christopoulou, Sazeides and Fyllas, 2022; Körner, Sarris and Christodoulakis, 2005). Το ίδιο μοτίβο παρατηρήθηκε και στη Κορσική με τα είδη *Pinus nigra* ενώ στις Βαlearίδες νήσους σε περιόδους ξηρασίας παρατηρήθηκε αυξημένη αποφύλλωση σε είδη πεύκων και βελανιδιάς (Sánchez-Salguero *et al.*, 2017). Γενικά, τα δάση της Μεσογείου είναι ευάλωτα στην ξηρασία ενώ η υπερθέρμανση του πλανήτη αναμένεται να αυξήσει περαιτέρω την ευπάθεια των δασικών οικοσυστημάτων στην ξηρασία. Στον **Πίνακα 4.3** φαίνονται τα είδη των δασικών οικοσυστημάτων των μεσογειακών νησιών και ο λόγος που δικαιολογεί την ευπάθειά τους, σύμφωνα με τα άρθρα που έχουν βρεθεί.

**Πίνακας 4.3:** Είδη δασικών οικοσυστημάτων ανά Μεσογειακό νησί και ο λόγος που δικαιολογεί την ευπάθειά τους, σύμφωνα με τα άρθρα που έχουν βρεθεί από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Μεσογειακό νησί	Είδος	Λόγος ευπάθειας
Λέσβος	<i>Pinus brutia</i>	Πρωτογενείς νεκρώσεις λόγω ξηρασίας, μείωση ανάπτυξης, νεότερα δέντρα πιο ευπαθή από τα γηραιότερα
Σάμος	<i>Pinus brutia</i>	Πρωτογενείς νεκρώσεις λόγω ξηρασίας, μείωση ανάπτυξης, νεότερα δέντρα πιο ευπαθή από τα γηραιότερα
Κορσική	<i>Pinus nigra</i>	Πρωτογενείς νεκρώσεις λόγω ξηρασίας, μείωση ανάπτυξης, νεότερα δέντρα πιο ευπαθή από τα γηραιότερα
	<i>Betula pendula</i> <i>Pinus nigra</i>	Αντικατάσταση απο θερμόβια είδη όπως <i>Quercus ilex</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Juniperus oxycedrus</i> λόγω μείωσης της βροχόπτωσης
	<i>Fagus sylvatica</i>	Μείωση (απώλεια $\approx$ 13,600 ha) λόγω επέκτασης ξηροφυλλικής και θερμοφιλικής βλάστησης
Βαlearίδες νήσοι	<i>Pinus halepensis</i> <i>Pinus pinaster</i> <i>Quercus ilex</i> <i>Quercus faginea</i> <i>Quercus suber</i>	Αυξημένη αποφύλλωση- μειωμένη ανάπτυξη λόγω ξηρασίας

#### 4.6.2 Αγρο-οικοσυστήματα

Μόλις το 11% των άρθρων που έχουν βρεθεί δικαιολογούν με το περιεχόμενό τους την ευπάθεια των αγροτικών οικοσυστημάτων, και συγκεκριμένα του γεωργικού τομέα, των Μεσογειακών νησιών στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Τα περισσότερα άρθρα εστιάζονται στις αποδόσεις των καλλιεργειών ενώ μόλις το 20% μελετά τη διαθεσιμότητα του νερού για άρδευση στις αναμενόμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (Διάγραμμα 4.6).



**Διάγραμμα 4.6:** Περιεχόμενο και αριθμός άρθρων (%) που αφορούν την ευπάθεια των αγροτικών-οικοσυστημάτων στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, όπως προέκυψε από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση υπό τη μέθοδο PRISMA.

Τα άρθρα που μελετούν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην απόδοση των καλλιεργειών αφορούν καλλιέργειες από κριθάρι, σιτάρι, ντομάτες, πατάτες, αμπέλια, ελιές, εσπεριδοειδή, φρούτα και λαχανικά με περιοχές μελέτης την Κύπρο, Κρήτη, Σαρδηνία και Σικελία. Για τη Κύπρο κάτω από ακραία κλιματικά σενάρια (RCP 4.5 και RCP 8.5), τα θερμά χρόνια αναμένεται να επηρεάσουν κυρίως τις καλοκαιρινές καλλιέργειες (ντομάτες, ελιές και αμπέλια), ενώ οι χειμερινές και φθινοπωρινές



καλλιέργειες δεν επηρεάζονται (σιτάρι και κριθάρι) ή ακόμη επηρεάζονται θετικά (πατάτα)(Papadaskalopoulou et al., 2020).

Το ίδιο μοτίβο φαίνεται να ισχύει σε Κρήτη και Σικελία (Varotsos et al., 2021). Μάλιστα, για Σικελία και Σαρδηνία όπως σημειώνουν οι (Auci, Donatella Vignani and Vignani, 2020,)οι καλλιέργειες που αφορούν εσπεριδοειδή, φρούτα και λαχανικά αναμένεται να επηρεαστούν δυσμενώς από την ξηρασία, λόγω αυξημένης θερμοκρασίας και μειωμένης βροχόπτωσης . Επιπρόσθετα, για την Κρήτη, όπως επισημαίνει ο (Kourgialas, 2021,)οι παράκτιες περιοχές είναι επιρρεπείς στις πλημμύρες ενώ το κεντρικό τμήμα είναι επιρρεπές στη ξηρασία και άρα οι καλλιέργειες στις περιοχές αυτές (π.χ ελιές, εσπεριδοειδή, αβοκάντο) αναμένεται να επηρεαστούν δυσμενώς από τις επιπτώσεις τις κλιματικής αλλαγής, δηλαδή από τα ακραία καιρικά φαινόμενα.

Οι Papadopoulos *et al.*, (2020) μελέτησαν τη διαθεσιμότητα νερού υπόγειων υδροφορέων της Κύπρου, υπό τα κλιματικά σενάρια RCP 4.5 και RCP 8.5. Σύμφωνα με τους ίδιους, και χρησιμοποιώντας ως παράδειγμα τον υπόγειο υδροφόρο Κιτίου η κλιματική αλλαγή αναμένεται να οδηγήσει στη μείωση του υδροφόρου ορίζοντα και κατ'επέκταση στη διεύδυση θαλασσινού νερού. Η Κύπρος αντιμετωπίζει ήδη πρόβλημα λειψυδρίας τόσο λόγω ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, όπως η υπεράντληση, αλλά και λόγω της κλιματικής αλλαγής καθώς τις τελευταίες δεκαετίες έχει παρατηρηθεί αυξανόμενος αριθμός ετών με χαμηλές βροχοπτώσεις και ξηρασία. Δεδομένου ότι η γεωργία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη διαθεσιμότητα του νερού, ο αγροτικός τομέας της Κύπρου βρίσκεται ήδη υπό πίεση ενώ η κλιματική αλλαγή αναμένεται να εντείνει περαιτέρω το πρόβλημα αυτό.

Από τα πιο πάνω μπορεί να ειπωθεί με σιγουριά ότι ο γεωργικός τομέας των Μεσογειακών νησιών είναι ευπαθής στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Στον **Πίνακα 4.4** καταγράφονται συνοπτικά οι λόγοι που δικαιολογούν την ευπάθεια του γεωργικού τομέα για κάθε μεσογειακό νησί, σύμφωνα με τα άρθρα που έχουν βρεθεί.

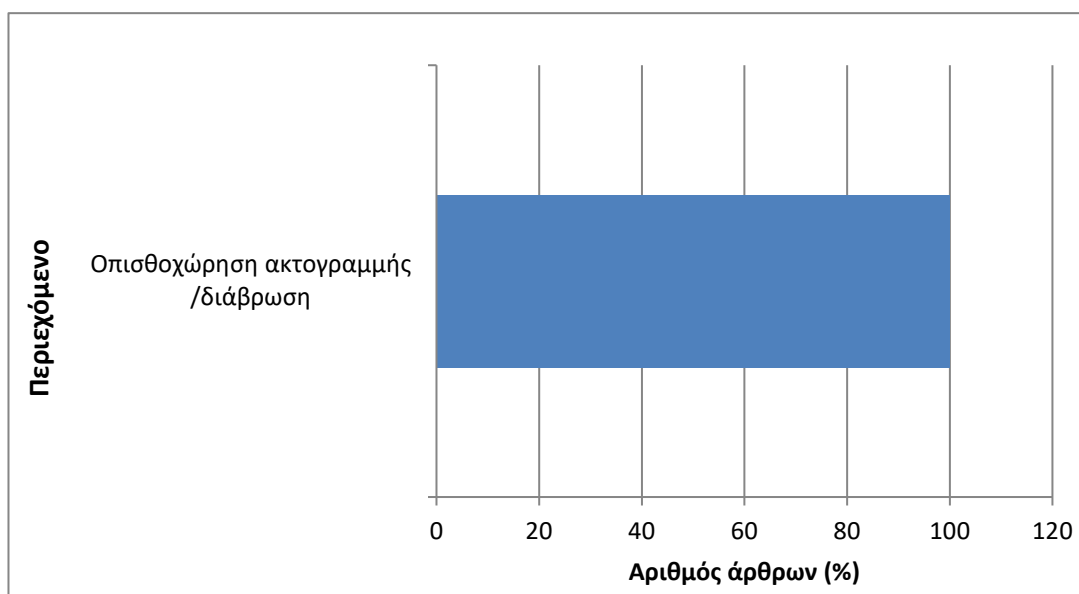
**Πίνακας 4.4:** Ευπάθεια του γεωργικού τομέα των Μεσογειακών νησιών που έχουν εντοπιστεί μέσα από τα άρθρα.

Μεσογειακό νησί	Ευπάθεια γεωργικού τομέα
Κύπρος	Μείωση απόδοσης καλοκαιρινών καλλιεργειών (ντομάτες, ελιές, αμπέλια) λόγω αύξησης της θερμοκρασίας.

	Μείωση διαθεσιμότητας νερού για άρδευση λόγω ξηρασίας.
Κρήτη	Μείωση απόδοσης καλοκαιρινων καλλιεργειών (ντομάτες, ελιές, αμπέλια) λόγω αύξησης της θερμοκρασίας.  Μείωση της απόδοσης σε δενδρώδεις καλλιέργειες (ελιές, εσπεριδοειδή, αβοκάντο) λόγω ξηρασίας και πλημμύρων.
Σικελία	Μείωση απόδοσης καλοκαιρινων καλλιεργειών (ντομάτες, ελιές, αμπέλια) λόγω αύξησης της θερμοκρασίας.
Σαρδηνία	Μείωση απόδοσης σε καλλιέργειες που αφορούν εσπεριδοειδή, φρούτα και λαχανικά λόγω αύξησης της θερμοκρασίας.

#### 4.6.3 Παράκτια οικοσυστήματα

Το 18% των άρθρων που έχουν βρεθεί δικαιολογούν με το περιεχόμενό τους την ευπάθεια των παράκτιων οικοσυστημάτων, και συγκεκριμένα των ακτών των μεσογειακών νησιών, στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής π.χ ανύψωση της στάθμης της θάλασσας (**Διάγραμμα 4.7** και **Πίνακας 4.5**). Τα μεσογειακά νησιά που αναφέρονται στα άρθρα είναι οι Βαlearίδες νήσοι, η Σαρδηνία, η Σικελία, η Κρήτη, η Ρόδος, η Σαντορίνη και το νησί Γκόζο.



**Διάγραμμα 4.7:** Περιεχόμενο και αριθμός άρθρων (%) που αφορούν την ευπάθεια των παράκτιων οικοσυστημάτων, όπως προέκυψε από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση υπό τη μέθοδο PRISMA.

Για τις Βαlearίδες νήσους, και συγκεκριμένα για τις παραλίες του νησιού Μαγιόρκα και Μενόρκα, προβλέπεται σημαντική οπισθοχώρηση της ακτογραμμής λόγω της μελλοντικής ανόδου της στάθμης της θάλασσας (Rodríguez *et al.*, 2016; Enríquez *et al.*, 2019). Το ίδιο παρατηρείται και σε παραλίες στην Κρήτη, όπου ο κίνδυνος διάβρωσης αυξάνεται σε προβλεπόμενα σενάρια ανόδου της στάθμης της θάλασσας καθώς και το ποσοστό των ακτών που θα οπισθοχωρήσουν (Monioudi *et al.*, 2016).

Για τη Σικελία οι παράκτιες περιοχές τμήματός της, χαρακτηρίζονται ήδη από μικρή μέχρι πολύ υψηλή ευπάθεια στη διάβρωση λόγω των χρήσεων γης, ενώ η κλιματική αλλαγή αναμένεται να εντείνει το πρόβλημα αυτό (Anfuso and Martínez Del Pozo, 2009). Επίσης στη Σικελία αλλά και στη Σαρδηνία κάτω από το σενάριο RCP 8.5, περισσότερες παράκτιες περιοχές αναμένεται να εκτεθούν σε πλημμύρες τόσο από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας αλλά και από καταιγίδες (Furlan *et al.*, 2021).

Για τη Σαντορίνη, και συγκεκριμένα για την παραλία Καμάρι, όπως σημειώνουν οι Ćulibrk, Tzoraki and Portman, 2021, η μακροχρόνια διάβρωση της παραλίας και η πιθανή υποβάθμισή της λόγω της κλιματικής αλλαγής, απαιτούν οπωσδήποτε λήψη μέτρων για τη μείωση της διάβρωσης.

Για τη Ρόδο, το 40 % της ακτογραμμής της χαρακτηρίζεται από υψηλή προς πολύ υψηλή ευπάθεια στις πλημμύρες και στη διάβρωση ενώ μέχρι το τέλος αυτού του αιώνα το ποσοστό αναμένεται να φθάσει στο 46% (Vandarakis *et al.*, 2021). Όσο αφορά το νησί Γκόζο, το μεγαλύτερο μέρος του νοτιοανατολικού τμήματος του χαρακτηρίζεται από μέτρια ευπάθεια σε παράκτιους κινδύνους που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή όπως η διάβρωση (Rizzo *et al.*, 2020).

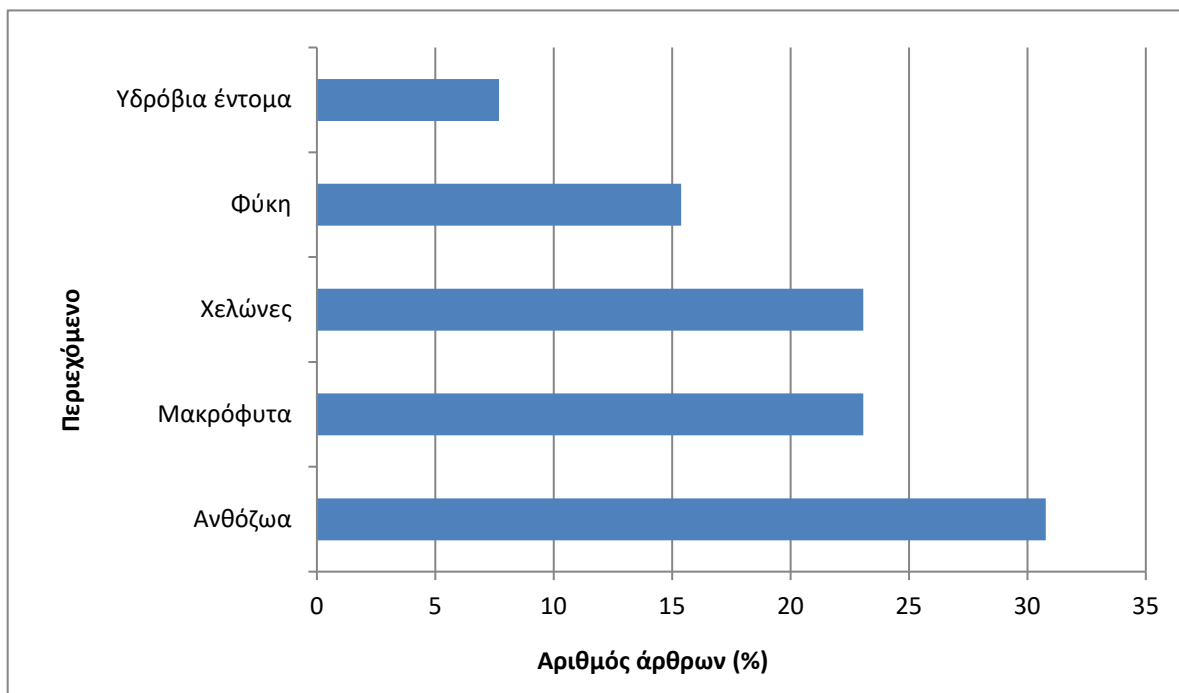
**Πίνακας 4.5:** Ευπάθεια παράκτιων οικοσυστημάτων των Μεσογειακών νησιών που έχουν εντοπιστεί μέσα από τα άρθρα.

Μεσογειακό νησί	Ευπάθεια παράκτιων οικοσυστημάτων
Βαlearίδες νήσοι	Οπισθοχώρηση ακτογραμμής λόγω ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας

(Μαγιόρκα : παραλίες Cala Millor και Playa de Palma, Μενόρκα: παραλία Son Bou)	
Σαρδηνία	Διάβρωση λόγω ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας, καταγίδες, πλημμύρες
Σικελία	Διάβρωση λόγω ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας, καταγίδες, πλημμύρες
Κρήτη (ανατολική ακτογραμμή)	Διάβρωση, οπισθοχώρηση ακτογραμμής λόγω ανύψωσης στάθμης τη θάλασσας
Ρόδος	Διάβρωση, οπισθοχώρηση ακτογραμμής λόγω ανύψωσης στάθμης τη θάλασσας
Σαντορίνη (παραλία Καμάρι)	Οπισθοχώρηση ακτογραμμής λόγω ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας
Γκόζο (βορειοανατολική ακτογραμμή)	Διάβρωση λόγω ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας

#### 4.6.4 Υδατικά Οικοσυστήματα

Από το σύνολο των άρθρων, το 30% χαρακτηρίζει ή δικαιολογεί με το περιεχόμενο του την ευπάθεια των υδατικών οικοσυστημάτων των Μεσογειακών νησιών στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Από αυτά τα άρθρα το 92% αφορά την ευπάθεια των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και μόλις το 8% αναφέρεται στην ευπάθεια των οικοσυστημάτων του γλυκού νερού. Όσο αφορά το περιεχόμενο και όπως φαίνεται από το **Διάγραμμα 4.8** το 31 % των άρθρων αναφέρεται σε ανθόζωα, 23% σε μακρόφυτα και χελώνες, το 15% σε φύκη και το 8% σε υδρόβια έντομα του γλυκού νερού.



**Διάγραμμα 4.8:** Περιεχόμενο και αριθμός άρθρων (%) που αφορούν την ευπάθεια των υδατικών οικοσυστημάτων, όπως προέκυψε από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση υπό τη μέθοδο PRISMA.

Δύο είναι τα είδη ανθοζώων που αναφέρονται στα άρθρα, το κοράλλι *Paramuricea clavata*, με το σχετικό άρθρο να εστιάζεται στα νησιά των Μήδων και το κοράλλι *Cladocora caespitosa* στα νησιά Gokceada και Columbretes. Τα άρθρα μελετούν τις επιπτώσεις της υπερθέρμανσης σε αυτά τα είδη. Για το πρώτο είδος, η αύξηση της θερμοκρασίας αναμένεται να επηρεάσει την αναπαραγωγική του ικανότητα, με τα θηλυκά και τα ενήλικα άτομα να θεωρούνται πιο ευπαθή (Arizmendi-Mejía *et al.*, 2015). Όσο αφορά το δεύτερο είδος, σε περιόδους αυξημένης θερμοκρασίας έχουν παρατηρηθεί αυξημένα επίπεδα θνησιμότητας σε σύγκριση με άλλες περιόδους (Kersting, Bensoussan and Linares, 2013). Όπως σημειώνουν οι επιστήμονες ο αργός ρυθμός ανάπτυξης των κοραλλιών αντικατοπτρίζει την ευπάθεια τους στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Τα μακρόφυτα που περιλαμβάνονται στα άρθρα είναι το θαλάσσιο αγγειόσπερμο *Posidonia oceanica* και τα φύκια *Cystoseira compressa*, *Caulerpa prolifera*, *Halimeda tuna*, and *Padina pavonica*, με περιοχή μελέτης τις Βαlearίδες νήσους. Από τα πιο πάνω είδη το *P. oceanica* θεωρείται το πιο ευπαθές, αφού σε περιόδους καύσωνα παρατηρήθηκαν αυξημένα επίπεδα θνησιμότητας και μειωμένοι ρυθμοί ανάπτυξης (Jordà, Marbà and Duarte, 2012) (Marbà and Duarte, 2010). Σύμφωνα με τους ειδικούς, η υπερθέρμανση

αναμένεται να οδηγήσει στην εξαφάνιση των ενδημικών λιβαδιών της *P. oceanica* στη Μεσόγειο, στα μέσα αυτού του αιώνα. Όσο αφορά τα υπόλοιπα είδη, βέλτιστη ανάπτυξη επιτυγχάνεται σε στενά εύρη θερμοκρασίας. Στο εργαστήριο, οι αυξημένες θερμοκρασίες πέρα από την άριστη τιμή οδήγησαν, σε υποβάθμιση των ιστών, αλλαγές ή και απώλεια των χρωστικών τους (Savva *et al.*, 2018). Η αύξηση της θερμοκρασίας στα επόμενα χρόνια αναμένεται να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην ανάπτυξη των πιο πάνω ειδών, κάτι που δικαιολογεί και την ευπάθεια τους.

Όλα τα είδη θαλάσσιας χελώνας πιστεύεται ότι είναι ιδιαίτερα ευάλωτα στην κλιματική αλλαγή (Hamann *et al.*, 2013). Τα άρθρα που έχουν βρεθεί κάνουν αναφορά για τα εξής είδη θαλάσσιων χελωνών: *Chelonia mydas*, *Caretta caretta* και *Emys trinacris*. Για τα δύο πρώτα είδη, οι επιστήμονες αξιολόγησαν την μελλοντική ευπάθεια αλλά και βιωσιμότητα των οικοτόπων φωλιάσματος, χρησιμοποιώντας διαφορετικά σενάρια ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας, με περιοχή μελέτης την Κύπρο και τη Ζάκυνθο (Katselidis *et al.*, 2014)(Varela *et al.*, 2019). Κατά μέσο όρο, οι *C. mydas*, φωλιάζουν σε υψηλότερα υψόμετρα από τις *C. caretta*. Ωστόσο, επειδή οι *C. mydas* σκάβουν βαθύτερες φωλιές από τις *C. caretta*, διατρέχουν και τα δύο είδη παρόμοιο κίνδυνο πλημμύρας. Για το σενάριο ανύψωσης της θάλασσας κατά 1,2 m έως το 2100, αναμένεται απώλεια 67,3% για τις φωλιές των χελωνών *C. caretta* και 59,1% για τις φωλιές των χελωνών *C. mydas*. Το τρίτο είδος θαλάσσιας χελώνας, το *E. trinacris*, θεωρείται ενδημικό και επαπειλούμενο είδος της Σικελία. Οι επιστήμονες χρησιμοποιώντας μοντέλα κατανομής των ειδών, μοντελοποίησαν την πιθανή κατανομή του είδους υπό τις τρέχουσες και μελλοντικές κλιματικές συνθήκες. Σύμφωνα λοιπόν, με τους Iannella *et al.*, (2018), η δυνητική κατανομή του εξαρτάται σημαντικά από τη βροχόπτωση. Μελλοντικά, τα ασταθή πρότυπα βροχόπτωσης αναμένεται να έχουν αρνητικές επιπτώσεις για τη κατανομή του είδους.

Τα φύκη που περιλαμβάνονται στα άρθρα και θεωρούνται ευπαθή είναι το κοραλλιογενές φύκος *Ellisolandia elongata*, και το φύκος *Ericaria giacconeii*. Η πειραματική μελέτη για το πρώτο είδος σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να μιμηθεί τις περιβαλλοντικές συνθήκες που προβλέπονται για το έτος 2100 στη Μεσόγειο θάλασσα, χρησιμοποιώντας ως περιοχή δειγματοληψίας το Ιταλικό νησί Palmaria. Η μελέτη δείχνει ότι τα πλούσια σε είδη μεσογειακά συγκροτήματα που σχετίζονται με το *E. elongata* διατρέχουν κίνδυνο (Aguirre *et al.*, 2019). Η συνδυασμένη επίδραση του χαμηλού pH και της υψηλής θερμοκρασίας, που αναμένονται μελλοντικά, θα επηρεάσει αρνητικά την ανάπτυξη των φυκών και θα δημιουργήσουν δομικές αλλαγές στη βενθικές κοινότητες.

Όσο αφορά το δεύτερο είδος, εργαστηριακά έχει βρεθεί ότι η θνησιμότητα των εμβρύων αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, με τους επιστήμονες να τονίζουν ότι το *E.giaccone* ίσως εξαφανιστεί αν η κλιματική αλλαγή συνεχιστεί με τα σημερινά πρότυπα (Falace *et al.*, 2021)

Όσο αφορά τα υδρόβια έντομα που απαντώνται σε οικοσυστήματα γλυκού νερού, οι επιστήμονες βάση μιας πολυπαραγοντικής ανάλυσης οικολογικών προτιμήσεων και βιολογικών χαρακτηριστικών εξέτασαν την ευπάθεια στην κλιματική αλλαγή, 1942 είδη εντόμων που ανήκουν στις Τάξεις Εφυμενόπτερα, Πλακόπτερα και Τριχόπτερα. Από την ανάλυση, βρέθηκε ότι τα Πλακόπτερα παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ευπάθεια. Επιπλέον, οι νότιες και ορεινές ευρωπαϊκές περιοχές αναδείχθηκαν ως εστίες πιθανής ευπάθειας, μεταξύ των οποίων συμπεριλαμβάνονται και μεσογειακά νησιά όπως η Κορσική, η Μάλτα καθώς και κάποια νησιά της Ελλάδας.

Στον **Πίνακα 4.6** φαίνονται συνοπτικά τα είδη των υδατικών οικοσυστημάτων που περιλαμβάνονται στα άρθρα, το αντίστοιχο Μεσογειακό νησί που θεωρείται ως περιοχή μελέτης, και ο λόγος που θεωρούνται ευπαθή.

**Πίνακας 4.6:** Είδη των υδατικών οικοσυστημάτων ανά μεσογειακό νησί και ο λόγος που δικαιολογεί την ευπάθεια τους, όπως προέκυψε από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Μεσογειακό νησί	Είδος	Λόγος ευπάθειας
Σικελία	<i>Emys trinacris</i> (ενδημικό)	Απώλεια κατάλληλων περιοχών λόγω μείωσης της βροχόπτωσης
	<i>Ericaria giaccone</i> (ενδημικό)	Αύξηση θνησιμότητας λόγω αύξηση θερμοκρασίας
Κύπρος	<i>Caretta caretta</i> <i>Chelonia mydas</i>	Απώλεια φωλιών λόγω ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας

<b>Ζάκυνθος</b>	<i>Caretta caretta</i> (είδος υπό εξαφάνιση IUCN)	Απώλεια φωλιών λόγω ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας
<b>Βαlearίδες νήσοι</b>	<i>Posidonia oceanica</i> (ενδημικό)	Θνησιμότητα λόγω αύξησης θερμοκρασίας - εξαφάνιση
	<i>Cystoseira compressa</i> <i>Caulerpa prolifera</i> <i>Halimeda tuna</i> <i>Padina pavonica</i>	Διαταραχές στην ανάπτυξη λόγω αύξησης της θερμοκρασίας
	<i>Paramuricea clavata</i>	Πληθυσμιακή διαταραχή λόγω αύξησης θερμοκρασίας
	<i>Cladocora caespitosa</i> (ενδημικό)	Αύξηση θνησιμότητας λόγω αύξησης θερμοκρασίας
<b>Columbretes</b>	<i>Cladocora caespitosa</i> (ενδημικό)	Αύξηση θνησιμότητας λόγω αύξησης θερμοκρασίας
<b>Palmaria</b>	<i>Ellisolandia elongata</i>	Μείωση ανάπτυξης λόγω αύξησης θερμοκρασίας και οξύνισης των οκεανών

Τα περισσότερα άρθρα (85%) που αφορούν τα υδατικά οικοσυστήματα, δικαιολογούν με το περιεχόμενό τους την ευπάθεια των θαλάσσιων οικοσυστημάτων στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Λίγα είναι τα άρθρα (μόλις το 15%) που αναφέρονται στα οικοσυστήματα του γλυκού νερού. Εδώ τίθεται ακόμη ένα ερώτημα. Τα οικοσυστήματα του γλυκού νερού θα επηρεαστούν λιγότερο από την κλιματική αλλαγή σε σχέση με τα θαλάσσια οικοσυστήματα; Για να απαντηθεί το ερώτημα αυτό θα χρησιμοποιηθεί ως παράδειγμα οικοσυστήματος γλυκού νερού, τα Μεσογειακά εποχιακά λιμνία ή τέλματα της Κύπρου (οικότοπος προτεραιότητας σύμφωνα με το δίκτυο Natura 2000) και θα αξιολογηθεί η ευπάθεια του στην κλιματική αλλαγή στο Β΄ μέρος της μεταπτυχιακής εργασίας.

## **Μέρος Β: Αξιολόγηση της ευπάθειας στην κλιματική αλλαγή του οικότοπου προτεραιότητας 3170.**



## **4.7 Καταγραφή των κύριων παραμέτρων για την αξιολόγηση της ευπάθειας του οικοτόπου 3170.**

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 92/43/ΕΟΚ, για τη Διατήρηση των Φυσικών Οικοτόπων απαιτείται από τα Κράτη-Μέλη να ενημερώνουν, προετοιμάζοντας και υποβάλλοντας τακτικά εκθέσεις, σχετικά με την κατάσταση διατήρησης των οικοτόπων και των ειδών που αναφέρονται στα παραρτήματα της οδηγίας.

Η κατάσταση διατήρησης των Μεσογειακών Εποχιακών Λιμνίων στην Κύπρο για το έτος 2013-2018 κρίνεται ως ευνοϊκή (Παράρτημα D). Κατάσταση διατήρησης είναι η συνολική εκτίμηση της κατάστασης ενός τύπου οικοτόπου ή ενός είδους στην βιογεωγραφική ή θαλάσσια περιοχή ενός κράτους μέλους. Ευνοϊκή κατάσταση χαρακτηρίζεται η κατάσταση όπου ένας τύπος οικοτόπου ή ένα είδος ευημερεί (τόσο σε ποιότητα όσο και σε έκταση/πληθυσμό) και με καλές προοπτικές να συνεχίσει να το κάνει στο μέλλον. Να σημειωθεί ότι ανάμεσα στις πιέσεις που δέχεται ο συγκεκριμένος οικοτόπος συγκαταλέγεται και η ξηρασία- η μείωση της βροχόπτωσης λόγω της κλιματικής αλλαγής (Μέτρια Επίδραση). Για μια γρήγορη αξιολόγηση της ευπάθειας των Μεσογειακών Εποχικών Λιμνίων της Κύπρου, στην κλιματική αλλαγή, θα μπορούσε κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί η κατάσταση διατήρησης. Ωστόσο, μια σωστή και αξιόπιστη αξιολόγηση περιλαμβάνει την αξιολόγηση της ευπάθειας των ειδών που αντιπροσωπεύουν το συγκεκριμένο τύπο οικοτόπου. Η παρουσία των ειδών συνεπάγεται σε παρουσία του οικοτόπου, άρα εξαφάνιση των ειδών συνεπάγεται με εξαφάνιση του οικοτόπου. Επίσης, η υποβάθμιση της ποιότητας των ενδιαιτημάτων που συντηρούν τα είδη αυτά πιθανόν να οδηγήσει σε εξαφάνιση των ειδών και άρα των οικοτόπων. Όπως προαναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 2.4 της παρούσας διατριβής, οι αξιολογήσεις ευπάθειας περιλαμβάνουν τρεις (3) πτυχές: την Έκθεση, την Ευαισθησία και την Προσαρμοστική Ικανότητα. Παρακάτω θα παρουσιαστούν στοιχεία από τη βιβλιογραφία με σκοπό να διαφανούν οι παράμετροι που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση ευπάθειας του οικοτόπου 3170. Οι παράμετροι αυτοί παρουσιάζονται συνοπτικά και στον **Πίνακα 4.7**.

### **4.7.1 Έκθεση (Exposure)**

Τα εποχιακά λιμνία στην Κύπρο εξαρτώνται άμεσα από τη βροχόπτωση για τη συλλογή νερού (Δεληπέτρου Πηνελόπη, 2010), πράγμα που τα καθιστά πιο ευαίσθητα στην κλιματική αλλαγή. Όπως σημειώνει ο Kneitel (2016) το κλίμα διαδραματίζει βασικό ρόλο στις υδρολογικές και οικολογικές διεργασίες και καθορίζει τη δομή, τη λειτουργία και τη

βιοποικιλότητα των προσωρινών υγροτοπικών οικοσυστημάτων. Τα μεταβαλλόμενα πρότυπα βροχόπτωσης και εξατμισοδιαπνοής στα επίπεδα του νερού και στη διάρκεια της ξηρής περιόδου θα επηρεάσει δραματικά αυτά τα μικρά οικοσυστήματα γλυκού νερού (Grillas *et al.*, 2021). Όταν η ποσότητα της βροχόπτωσης και η επιφανειακή απορροή δεν μπορούν να αντισταθμίσουν τις απώλειες λόγω της εξατμισοδιαπνοής, η κατακράτηση του νερού στις βραχώδεις κοιλάτες δεν θα μπορέσει να υποστηρίξει τους ζώντες οργανισμούς. Η Κύπρος συγκαταλέγεται στις περιοχές με ήδη περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού και αναμένεται να γίνει ακόμη πιο ξηρή στο μέλλον (Sofroniou and Bishop, 2014). Για τα εποχικά λιμνία που ξηραίνονται περιοδικά, η υψηλότερη εξάτμιση, λόγω αύξησης της θερμοκρασίας και οι λιγότερες βροχοπτώσεις μπορεί να μειώσουν τη διάρκεια της πλημμύρας, θέτοντας σε κίνδυνο την επιτυχή αναπαραγωγή των ζώντων οργανισμών που απαιτούν μεγαλύτερη υδάτινη φάση (Hulsmans *et al.*, 2008).

Σύμφωνα με τον Οδηγό Αξιολόγησης της ευπάθειας των οικοτόπων και τον Οδηγό Αξιολόγησης της Ευπάθειας των Ειδών, ως παράμετροι έκθεσης χρησιμοποιούνται συνήθως τα σενάρια εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου του IPCC (SRES scenarios ή RCP scenarios), τα οποία προβλέπουν κατά πόσο θα αυξηθεί η θερμοκρασία στα επόμενα χρόνια (Harley *et al.*, 2010). Ωστόσο, από τα όσα έχουν ειπωθεί πιο πάνω, ως παράμετρος έκθεσης για την αξιολόγηση της ευπάθειας των εποχικών λιμνίων της Κύπρου, πέρα από την αύξηση της θερμοκρασίας θα μπορούσε κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί και η μείωση της βροχόπτωσης καθώς και η διάρκεια της υδροπεριόδου.

#### **4.7.2 Ευαισθησία (Sensitivity)**

Όπως αναφέρεται στον οδηγό αξιολόγησης της ευπάθειας των οικοτόπων, τα δεδομένα σχετικά με την ευαισθησία των οικοτόπων στην κλιματική αλλαγή δεν είναι άμεσα διαθέσιμα (Harley *et al.*, 2010). Ως εκ τούτου, χαρακτηριστικά είδη ενός οικοτόπου χρησιμοποιούνται ως υποκατάστατα του οικοτόπου αυτού, ώστε να αξιολογηθεί εν τέλει η ευπάθεια του.

Είναι προτιμητέο να επιλέγονται φυτικά είδη, καθώς λόγω της σταθερής τους θέσης στο οικοσύστημα αντικατοπτρίζουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τις αντιδράσεις ενός οικοτόπου στην κλιματική αλλαγή. Εάν ένα ή περισσότερα από αυτά τα είδη είναι ευάλωτα στην κλιματική αλλαγή τότε και ο οικοτόπος στο σύνολό του μπορεί να είναι ευάλωτος.

Τα είδη φυτών που υπάρχουν στα εποχιακά λιμνία εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τον τύπο του υποστρώματος, από το βάθος του νερού και τη διάρκεια της πλημμύρας (Poronessi *et al.*, 2018). Όπως είναι γνωστό, οι επιπτώσεις της ξηρασίας στη βλάστηση των οικοσυστημάτων και ιδιαίτερα των εποχιακών λιμνίων είναι ελάχιστα μελετημένες (Grillas *et al.*, 2021). Η βιβλιογραφία αποκαλύπτει ότι τα περισσότερα περιβαλλοντικά συστήματα, συμπεριλαμβανομένων και των εποχιακών λιμνίων, παρουσιάζουν ισχυρή αντοχή και ανθεκτικότητα σε γεγονότα ξηρασίας, ενώ οι επιπτώσεις της ξηρασίας είναι συνήθως προσωρινές.

Όπως σημειώνουν οι Grillas *et al.*, (2021), η μείωση της διάρκειας της πλημμύρας θα έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της αφθονίας των ειδών εκείνων που η παρουσία τους σχετίζεται με μεγάλης περιόδου πλημμύρας, ενώ θα ευνοήσει τα είδη που είναι ανθεκτικά στη ξηρασία π.χ είδη που ανήκουν στο γένος *Lythrum* καθώς και τα χερσαία είδη φυτών. Οι Rhazi *et al.*, 2012, σημειώνουν επιπρόσθετα ότι τα είδη που είναι πιο πιθανό να επηρεαστούν από την κλιματική αλλαγή και τα οποία τελικά θα μπορούσαν να εξαφανιστούν από τα λιμνία, είναι τα πιο εξαρτώμενα από το νερό, όπως τα υδρόφυτα, ή τα είδη που απαιτούν μεγάλης διάρκειας πλημμύρας.

Για την Κύπρο θα μπορούσε να ειπωθεί ότι τα είδη που αναμένεται να επηρεαστούν περισσότερο είναι τα είδη που απαντώνται σε λιμνία ή σε σημεία των λιμνίων που μένουν πλημμυρισμένα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα όπως *Damasonium alisma*, *Elatine macropoda*, *Ranunculus peltatus*. Τα αμφίβια είδη που απαιτούν νερό μόνο στο στάδιο της βλάστησης ενδέχεται να κινδυνεύσουν λιγότερο π.χ *Juncus bufonius* (Grillas *et al.*, 2021). Ωστόσο, όπως εύστοχα σημειώνουν οι Faist and Collinge, (2015), και (Brock, 2011) η μείωση της υδρομορφίας και η επιταχυνόμενη ξηρασία στα τέλη του χειμώνα-αρχές της άνοιξης, θα οδηγήσει σε μειωμένη βιομάζα, μειωμένη παραγωγή και ποιότητα (μέγεθος) σπερμάτων, αυξάνοντας την πιθανότητα εξαφάνισης πληθυσμών. Αν και τα ετήσια είδη φυτών στα εποχιακά λιμνία είναι ανθεκτικά στις περιβαλλοντικές αλλαγές μέσω των μεγάλων τραπεζών σπερμάτων, η μακροζωία των σπερμάτων στο ίζημα μπορεί να είναι περιορισμένος (Brock, 2011).

#### **4.7.3 Προσαρμοστική ικανότητα (Adaptive capacity)**

Στα εποχιακά λιμνία της Μεσογείου, οι απρόβλεπτες βροχοπτώσεις μπορεί να είναι καταστροφικές για τα φυτά, εάν οι πλημμύρες πυροδοτήσουν τη βλάστηση των

σπερμάτων, αλλά η υδροπερίοδος δεν διαρκεί αρκετά ώστε τα φυτά να παράγουν μια νέα γενιά σπερμάτων. Μετά από τέτοια «κακά χρόνια», οι τράπεζες σπερμάτων μπορούν να βοηθήσουν στην αποκατάσταση των πληθυσμών υδρόβιων φυτών στα μελλοντικά «καλά χρόνια», μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο εξαφάνισης των φυτών (Rhazi et al., 2001).

Μια άλλη προσαρμογή που έχουν αναπτύξει ορισμένα είδη φυτών για να επιβιώνουν σε περιόδους ξηρασίας είναι η φαινοτυπική πλαστικότητα (Fernández-Zamudio, García-Murillo and Díaz-Paniagua, 2021). Μπορούν να αλλάξουν από υδρόβιους σε χερσαίους μορφότυπους μετά από δραστικές πτώσεις της στάθμης του νερού, ώστε να αντέχουν την απουσία νερού. Μπορούν επίσης να αναπτύξουν επίγειους μορφότυπους ικανούς να αντέχουν σε περιόδους ξηρασίας και να παράγουν άνθη, φρούτα και σπόρους. Τέτοια είδη φυτών καλούνται «αμφίβια» είδη. Πιο συγκεκριμένα, είναι είδη με υψηλό βαθμό φαινοτυπικής πλαστικότητας που εμφανίζουν τάση νανισμού και ικανότητα να παράγουν καρπούς μόλις λίγες εβδομάδες μετά τη βλάστηση. Χαρακτηριστικά είδη τέτοιων φυτών είναι τα είδη που ανήκουν στα γένη *Callitrichaceae* και *Ranunculaceae*.

Όπως σημειώνουν οι Harley et al, (2010), αξιολόγηση της προσαρμοστικής ικανότητας είναι ένας νέος τομέας οικολογικής σκέψης και, ως εκ τούτου, πληροφορίες σχετικά με την ικανότητα προσαρμογής των ειδών και των οικοτόπων στην κλιματική αλλαγή δεν είναι ευρέως διαθέσιμες. Ωστόσο, μπορούν να εντοπιστούν βασικές οικολογικές παράμετροι που ενδέχεται να περιορίσουν την ικανότητα των ειδών να προσαρμοστούν στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, συμπεριλαμβανομένης της κατανομής, του μεγέθους και της τάσης του πληθυσμού, της γονιμότητας, των συσχετισμών με ενδιαίτηματα και άλλα είδη και της ικανότητας διασποράς τους. Οι παράμετροι που περιορίζουν την προσαρμοστική ικανότητα των ειδών σε συνάρτηση με την εκτίμηση των επιπτώσεων μπορεί να δώσουν ένα μέτρο αξιολόγησης της ευπάθειας του οικότοπου.

Τα γενικά οικολογικά χαρακτηριστικά που περιορίζουν την προσαρμοστική ικανότητα όλων των ειδών, σύμφωνα με τους Sajwaj *et al.*, 2011, είναι:

- Μικρός πληθυσμός και/ή εύρος στην Ευρώπη
- Χαμηλά ποσοστά επιβίωσης ή/και παραγωγικότητας
- Μεγάλοι χρόνοι γενεών
- Μείωση πληθυσμού στην Ευρώπη
- Χαμηλή γενετική ποικιλότητα
- Εξειδικευμένες και ασυνήθιστες απαιτήσεις ενδιαιτημάτων

- Στενή οικόθεση
- Κρίσιμη συσχέτιση με άλλο ευάλωτο είδος.
- Εμπόδια στη διασπορά (π.χ. νερό, τοπογραφία και ανθρωπογενείς φραγμοί)
- Περιορισμένη ικανότητα διασποράς και/ή αποικισμού
- Διανέμεται σε κατακερματισμένους οικότοπους που περιορίζουν τη διασπορά.

Βάση των πιο πάνω, περιορισμοί στην προσαρμοστική ικανότητα των ειδών στα Μεσογειακά Εποχιακά Λιμνία της Κύπρου θα μπορούσε να είναι:

**Συνδεσιμότητα** (παράγοντας που επηρεάζει τη διασπορά των ειδών) μεταξύ των εποχικών λιμνίων (Karaouzas et al., 2015): Ο υψηλός πλούτος στα εποχιακά λιμνία μπορεί να οφείλεται σε ένα σύστημα προσωρινών λιμνών που επιτρέπει την κίνηση και τη διασπορά των ατόμων μεταξύ τους. Έχει τεκμηριωθεί ότι σε τέτοια συστήματα η υψηλή συνδεσιμότητα καθώς και η μονιμότητα του νερού είναι βασικοί παράγοντες για τη διατήρηση της ποικιλότητας των ασπόνδυλων. Όπως υπογραμμίζουν οι Karaouzas et al., 2015, ο χαμηλός πλούτος σε μικροασπόνδυλα που παρατηρήθηκε σε εποχιακά λιμνία στην Κρήτη οφείλεται πολύ πιθανό στο γεγονός ότι τα λιμνία ήταν απομονωμένα και η υδροπερίοδος ήταν απρόβλεπτη και περιορισμένη σε μερικά χρόνια. Όταν τα εποχιακά λιμνία είναι απομονωμένα, η μετανάστευση σε άλλους διαθέσιμους οικότοπους δεν είναι δυνατή ή είναι τουλάχιστον πολύ περιορισμένη.

Για τα φυτά σε υγρότοπους έχει αποδειχθεί η διασπορά τους σε μεγάλες αποστάσεις, αλλά η αποτελεσματική μεταφορά σπόρων είναι πιο πιθανή σε μεγάλους υγροτόπους παρά σε απομονωμένες μικρές λίμνες (Grillas et al., 2021).

Η απομόνωση των εποχικών λιμνίων μπορεί να θεωρηθεί ως παράγοντας που επηρεάζει τη διασπορά των ειδών (μετατόπιση λόγω κλιματικής αλλαγής) που τα απαρτίζουν και ως εκ τούτου παράγοντας που επηρεάζει την προσαρμοστική ικανότητα των ειδών.

**Μέγεθος εποχιακού λιμνίου:** Τα λιμνία με μικρότερη υδροπερίοδο έχουν συνήθως μικρότερο μέγεθος (Seminara, Vagaggini and Stoch, 2016), στεγνώνουν πιο γρήγορα από τα μεγαλύτερα σε μέγεθος λιμνία (Caramujo and Boavida, 2010). Επιπλέον, τα μικρότερα λιμνία είναι λιγότερο πιθανό να επισκέπτονται από υδρόβια πτηνά και άλλα ζώα που μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στη διασπορά των ειδών (Seminara, Vagaggini and Stoch, 2016). Μια μεγαλύτερη υδροπερίοδος και μεγαλύτερη έκταση λιμνίων φαίνεται να ευνοεί την εγκατάσταση μεγαλύτερου αριθμού ειδών (Caramujo and Boavida, 2010).

**Πίνακας 4.7:** Παρουσίαση των κύριων παραμέτρων έκθεσης, ευαισθησίας και προσαρμοστικής ικανότητας που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε μια αξιολόγηση της ευπάθειας του οικοτόπου 3170\*, Μεσογειακά Εποχιακά Λιμνία.

Παράμετροι	Παραδείγματα παραμέτρων	Λόγοι επιλογής
<b>Έκθεση</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αύξηση θερμοκρασίας</li> <li>• Μείωση βροχόπτωσης</li> <li>• Διάρκεια Υδροπεριόδου</li> </ul>	<p>Η έκθεση μετριέται ως παρατηρούμενες αλλαγές στη θερμοκρασία ή και στη βροχοπτώση,, μοντελοποιημένες σε σενάρια κλιματικής αλλαγής (Sajwaj <i>et al.</i>, 2011).</p> <p>Η διάρκεια της υδροπεριόδου επηρεάζεται από την κλιματική αλλαγή (αύξηση θερμοκρασίας, μείωση της βροχόπτωσης) (Zacharias and Zamparas, 2010).</p>
<b>Ευαισθησία</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Χλωριδιακή σύνθεση</li> <li>• Φαινολογικά χαρακτηριστικά ειδών.</li> <li>• Εδαφική τράπεζα μονάδων αναπαραγωγής - σπέρματος</li> </ul>	<p>Παραδείγματα ευαισθησίας στην κλιματική αλλαγή περιλαμβάνουν αλλαγές στην ποικιλότητα των φυτικών ειδών, φαινολογικές αλλαγές και αλλαγές στην αφθονία των ειδών (Sajwaj <i>et al.</i>, 2011).</p> <p>Η μείωση της υδρομορφίας και η επιταχυνόμενη ξηρασία, αναμένεται να οδηγήσει σε μειωμένη βιομάζα, μειωμένη παραγωγή και ποιότητα (μέγεθος) σπερμάτων, αυξάνοντας την πιθανότητα εξαφάνισης πληθυσμών (Faist and Collinge.,2015).</p>
<b>Προσαρμοστική Ικανότητα</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Βλαστικότητα σπερμάτων</li> <li>• Παραγωγή σπερμάτων</li> </ul>	<p>Στα εποχιακά λιμνία, η δομή της κοινότητας της υγρής φάσης μπορεί να αποκατασταθεί μετά την ξηρή φάση,</p>

χάρη στις μακρόβιες τράπεζες σπερμάτων (Brock et al. 2003). Συγκεκριμένα οι κοινότητες των υδρόβιων φυτών εξαρτώνται πρωτίστως από τη βλάστηση των σπερμάτων για να ανακάμψουν (Fernández-Zamudio, García-Murillo and Díaz-Paniagua, 2018). Υπάρχει όμως παραγωγή σπερμάτων σε περιόδους όπου η υδροπερίοδος είναι σύντομη;

- Θερμοκρασιακό εύρος ανοχής των ειδών

Τα Μεσογειακά εποχιακά λιμνία αντιμετωπίζουν συνήθως έντονες περιόδους ξηρασίας και οι υψηλές θερμοκρασίες είναι συχνά θανατηφόρες για τους φυτικούς πολλαπλασιασμούς. Οι κοινότητες των υδρόβιων φυτών εξαρτώνται από τις τράπεζες σπέρματος τους για να αποκατασταθούν μετά από μια περίοδο ξηρασίας (Aronte, Kazakis, Ghosn and Papanastasis, 2010).

- Χρόνος γενεάς/ Κύκλος ζωής

Τα φυτά στα εποχιακά λιμνία μπορούν να συγχρονίσουν τους ετήσιους κύκλους ζωής τους με τον απρόβλεπτο χρόνο της υγρής φάσης των προσωρινών λιμνών, επιτρέποντάς τους έτσι να αξιοποιήσουν στο έπακρο την περίοδο ανάπτυξης (Fernández-Zamudio, García-Murillo and Díaz-Paniagua, 2018).

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Φαινοτυπική πλαστικότητα</li> </ul>	<p>Τα αμφίβια είδη των εποχιακών λιμνίων μπορούν να αλλάξουν από υδρόβιους σε χερσαίους μορφότυπους μετά από δραστικές πτώσεις της στάθμης του νερού, ώστε να επιβιώνουν απουσία νερού (Fernández-Zamudio, García-Murillo and Díaz-Paniagua, 2021).</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Συνδεσιμότητα</li> <li>• Μέγεθος εποχιακού λιμνίου</li> </ul>	<p>Βασικές οικολογικές παράμετροι που περιορίζουν την ικανότητα των ειδών να προσαρμοστούν στην κλιματική αλλαγή, και συγκεκριμένα την ικανότητα διασποράς. (Harley et al., 2010; Seminara, Karaouzas et al., 2015; Vagaggini and Stoch, 2016).</p>

## 4.8 Αξιολόγηση Κλιματικής Επίπτωσης

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 3.4 η αξιολόγηση της ευπάθειας των μεσογειακών εποχιακών λιμνίων της Κύπρου, στην κλιματική αλλαγή θα πραγματοποιηθεί σε δύο στάδια. Πρώτα η έκθεση θα συγκριθεί με την ευαισθησία ώστε να προκύψει ένα μέτρο της επίπτωσης. Έπειτα η επίπτωση θα συγκριθεί με την προσαρμοστική ικανότητα ώστε να δοθεί ένα μέτρο της ευπάθειας τους.

Ως παράμετρος έκθεσης δεν θα χρησιμοποιηθεί η αύξηση της θερμοκρασίας, όπως προτείνουν οι Οδηγοί Αξιολόγησης της Ευπάθειας, αλλά η διάρκεια της υδροπεριόδου. Η διάρκεια της υδροπεριόδου είναι ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει τη σύνθεση της χλωρίδας και της πανίδας καθώς και τη δομή των κοινοτήτων στα εποχιακά λιμνία (Zacharias *et al.*, 2007). Όπως τονίζουν οι επιστήμονες τα εποχιακά λιμνία είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα σε υδρολογικές διαταραχές, καθώς σημαντικές αλλαγές στην υδροπερίοδο τους θα οδηγήσει σε αλλοίωση των τυπικών οικολογικών χαρακτηριστικών τους (Dimitriou *et al.*, 2009). Η κλιματική αλλαγή με την αύξηση της θερμοκρασίας και τη μείωση των βροχοπτώσεων, μειώνει τη διάρκεια της υδροπεριόδου στα εποχιακά λιμνία,



πράγμα που θέτει χρονικούς περιορισμούς στην ωρίμανση και την αναπαραγωγή των ειδών ενώ φαίνεται να μειώνει τους ρυθμούς ανάπτυξης των πληθυσμών αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο εξαφάνισης τους (Parra *et al.*, 2021).

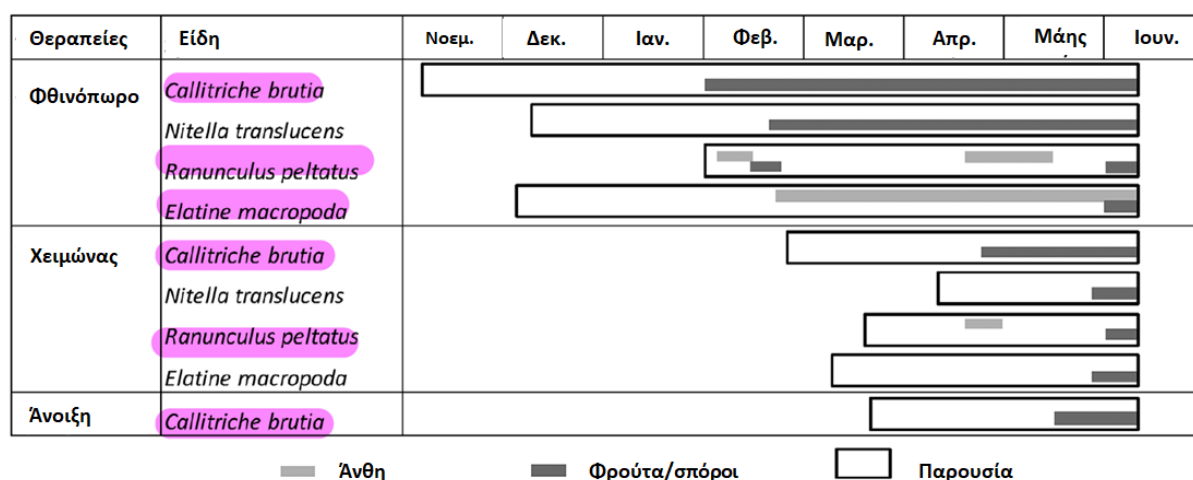
**Αύξηση θερμοκρασίας/ Μείωση βροχόπτωσης → Μικρότερες υδροπερίοδοι στα εποχιακά λιμνία (Έκθεση)**

Σε εργασία τους οι Fernández-Zamudio, García-Murillo and Díaz-Paniagua, (2018), συνέλεξαν ιζήματα από ένα προσωρινό λιμνίο στο εθνικό πάρκο Donana στην Ισπανία, και τοποθέτησαν τα ιζήματα σε ενυδρεία. Τα ιζήματα τοποθετήθηκαν σε έναν κλιματικό θάλαμο που προσομοίωνε την ετήσια διακύμανση των περιβαλλοντικών θερμοκρασιών του πεδίου και των συνθηκών φωτός. Συγκεκριμένα τα ενυδρεία αντιστοιχούσαν σε μία από τις τρεις θεραπείες, οι οποίες διέφεραν ως προς την ημερομηνία πλήρωσης με νερό (φθινόπωρο, χειμώνας και άνοιξη) δηλαδή διαφορετικής διάρκειας υδροπεριόδου και καταμετρήθηκε ο αριθμός των φυτών. Μερικά είδη ήταν πολύ κοινά και εμφανίστηκαν σε όλα τα ενυδρεία και στους τρεις χειρισμούς, μεταξύ των οποίων και τα είδη *Callitriche brutia*, *Elatine macropoda* που απαντώνται στην Κύπρο. Κάποια είδη ήταν λιγότερο κοινά συμπεριλαμβανομένου των ειδών *Ranunculus peltatus* και *Chara spp*, που απαντώνται επίσης σε εποχιακά λιμνία της Κύπρου.

Από τα πιο πάνω είδη μόνο το *Callitriche brutia*, παρήγαγε καρπούς κατά την ανοιξιάτικη επεξεργασία (σύντομη υδροπερίοδο), υποδηλώνοντας ότι τα υδρόβια φυτά συνεισφέρουν περιορισμένα στην τράπεζα σπερμάτων σε χρόνια όπου η πλημμύρα καθυστερεί και οι υδροπερίοδοι είναι σύντομες (**Διάγραμμα 4.9**). Μια διαδοχή ετών από σύντομες υδροπεριόδους μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες για τη διατήρηση του πλούτου των φυτών αυτών στα εποχικά λιμνία. Τα σποριόφυτα εμφανίζονται, εξαντλώντας την τράπεζα σπερμάτων, αλλά υπάρχει μικρή έως καθόλου παραγωγή σπερμάτων. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια αυτών των σύντομων κύκλων, χερσαία φυτά αναδύονται και επιβιώνουν, καλύπτοντας τη λεκάνη της λίμνης εάν στεγνώσει.

Για την ίδια εργασία, η μεγαλύτερη υδροπερίοδος που σχετίζεται με τη φθινοπωρινή επεξεργασία επέτρεψε τη βλάστηση μεγαλύτερου αριθμού σπερμάτων διαφορετικών ειδών, ευνοώντας έτσι μεγαλύτερη ποικιλία ειδών. Αποκλειστικά στη φθινοπωρινή

θεραπεία, παρατηρήθηκαν είδη *Chara spp* υποδηλώνοντας ότι μπορεί να απαιτούν μεγαλύτερους χρόνους πλημμύρας από άλλα είδη για να βλαστήσουν.



**Διάγραμμα 4.9:** Περίοδοι όπου διαφορετικά είδη φυτών ανέπτυξαν ανθούς, καρπούς και σπόρους στους τρεις χειρισμούς (φθινόπωρο, χειμώνας, καλοκαίρι). Μόνο τα είδη που ανέπτυξαν αναπαραγωγικές δομές εμφανίζονται. Τα υπογραμμισμένα είδη απαντώνται και σε εποχικά λιμνία της Κύπρου (Fernández-Zamudio, García-Murillo and Díaz-Paniagua, 2018)

Ως παράμετρος έκθεσης, δεν θα επιλεχθούν συγκεκριμένα είδη φυτών αλλά ή εδαφική τράπεζα σπέρματος. Αυτό γιατί, η διάρκεια της υδροπεριόδου (έκθεση) φαίνεται να επηρεάζει την τράπεζα σπέρματος στα εποχιακά λιμνία και κατ'επέκταση τη βλάστηση - φυτά. Στο **Πίνακα 4.8** συγκρίνεται η διάρκεια της υδροπεριόδου (έκθεση) με την τράπεζα σπέρματος (ευαισθησία) προκειμένου να αξιολογηθεί η επίπτωση. Όπως προκύπτει, μια σύντομη υδροπερίοδος (μέτρια έκθεση) αντιστοιχεί σε μειωμένη πυκνότητα της τράπεζας σπέρματος, περιορισμένη αναπλήρωση της (υψηλή ευαισθησία) και άρα σε υψηλή κλιματική επίπτωση. Να σημειωθεί ότι η έκθεση κατατάσσεται ως μέτριου βαθμού και όχι υψηλού καθώς γίνεται αναφορά για σύντομη διάρκειας υδροπεριόδου και όχι σε ανύπαρκτη υδροπερίοδο.

**Μικρότερες - σύντομες υδροπερίοδοι (Μέτρια έκθεση) → μείωση της πυκνότητας της τράπεζας σπέρματος (υψηλή ευαισθησία φυτών-οικότοπου) → Υψηλή κλιματική Επίπτωση.**

**Πίνακας 4.8:** Αξιολόγηση της κλιματικής επίπτωσης των Μεσογειακών εποχιακών λιμνίων της Κύπρου, χρησιμοποιώντας ως παράμετρο έκθεσης την διάρκεια της υδροπεριόδου και ως παράμετρο ευαισθησίας την εδαφική τράπεζα σπέρματος.

	Έκθεση		
Ευαισθησία	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή
Υψηλή	Μέτρια	Υψηλή	Πολύ υψηλή
Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή
Χαμηλή	Καμία	Χαμηλή	Μέτρια

## 4.9 Αξιολόγηση Ευπάθειας

Ως απάντηση στα απρόβλεπτα καθεστάτα πλημμύρας και άρα διαφορετικής διάρκειας υδροπεριόδου, εμφανίζονται ορισμένα είδη φυτών (αμφίβια είδη) με έντονη μορφολογική πλαστικότητα (Fernández-Zamudio, García-Murillo and Díaz-Paniagua, 2021). Μπορούν να μετατοπιστούν από υδρόβιους σε χερσαίους μορφότυπους ως απόκριση σε αλλαγές στη στάθμη του νερού, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τα υδρολογικά καθεστάτα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το το *Ranunculus peltatus*, είδος μονοετές ή πολυετές που συνήθως υπάρχει στον υδρόβιο μορφότυπο του, βυθισμένο σε εποχιακές ή μόνιμες πηγές ακίνητου ή τρεχούμενου νερού.

Οι Fernández-Zamudio, García-Murillo and Díaz-Paniagua, (2021), εξέτασαν τις τάσεις σε επίπεδο πληθυσμού του *Ranunculus peltatus* συγκρίνοντας την παραγωγή σπερμάτων για τον υδρόβιο μορφότυπο μόνο έναντι του υδρόβιου και του χερσαίου μορφότυπου μαζί. Από τα αποτελέσματα βρέθηκε ότι τα υδρόβια φυτά *R. peltatus* θα πέθαιναν τελικά εάν δεν υπήρχε παραγωγή σπερμάτων σε ξηρά χρόνια. Εάν η αναπαραγωγή αποτύγχανε για αρκετά χρόνια, η αντοχή του πληθυσμού θα βασιζόταν αποκλειστικά σε μια πολύ εξαντλημένη τράπεζα σπερμάτων, η οποία θα περιέχει παλιά, κυρίως φθαρμένα σπέρματα. Χάρη στα σπέρματα που παράγονται από το χερσαίο μορφότυπο, οι αναπαραγωγικές αποτυχίες των υδρόβιων μορφότυπου φυτών, λόγω δυσμενών συνθηκών, μπορούν να αντισταθμιστούν για το επόμενο έτος.

Για την αξιολόγηση της ευπάθειας πρέπει η κλιματική επίπτωση να συγκριθεί με την προσαρμοστική ικανότητα του οικοτόπου και συγκεκριμένα των ειδών. Από όσα έχουν

ειπωθεί μέχρι τώρα, ως παράμετροι προσαρμοστικής ικανότητας θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν η βλαστικότητα των σπερμάτων, η παραγωγή σπερμάτων, το θερμοκρασιακό εύρος ανοχής του είδους, τα προσαρμοστικά χαρακτηριστικά στη ξηρασία, ο χρόνος γενιάς καθώς και η διασπορά των σπερμάτων ως παράμετρος που περιορίζει την προσαρμοστική ικανότητα. Παρακάτω απεικονίζονται γραφήματα κάποιες από αυτές τις παραμέτρους σε συνάρτηση με την κλιματική επίπτωση ώστε να αξιολογηθεί η ευπάθεια (**Πίνακας 4.9-4.11**)

Οι παράμετροι προσαρμοστικής ικανότητας που επιλέχθηκαν για την αξιολόγηση της ευπάθειας ήταν (α) η παραγωγή σπερμάτων, (β) η βλαστικότητα των σπερμάτων, και (γ) η φαινοτυπική πλαστικότητα. Οι **Πίνακες 4.9-4.10** αφορούν υδρόβια φυτά ενώ ο **Πίνακας 4.11**, αμφίβια φυτά. Σε υψηλή κλιματική επίπτωση λαμβάνοντας υπόψη την βλαστικότητα των σπερμάτων, η ευπάθεια των υδρόβιων φυτών χαρακτηρίζεται ως μέτριου βαθμού. Αντίθετα λαμβάνοντας υπόψη την παραγωγή σπερμάτων και το χρόνο γενέας, υψηλή κλιματική επίπτωση αντιστοιχεί σε χαμηλή προσαρμοστική ικανότητα, πράγμα που χαρακτηρίζει την ευπάθεια των υδρόβιων φυτών ως υψηλού βαθμού. Όσον αφορά τα αμφίβια είδη, εξαιτίας της φαινοτυπικής πλαστικότητας που παρουσιάζουν, μπορούν να προσαρμόζονται σε περιόδους όπου η υδροπερίοδος είναι σύντομη. Η ευπάθεια τους χαρακτηρίζεται ως μέτριου βαθμού και μπορεί να ειπωθεί ότι εν μέρει παρουσιάζουν ανθεκτικότητα, αφού θα είναι σε θέση να επανακάμψουν.

**Πίνακας 4.9:** Αξιολόγηση της Ευπάθειας των Μεσογειακών εποχιακών λιμνίων της Κύπρου, χρησιμοποιώντας ως παράμετρο προσαρμοστικής ικανότητας τη βλαστικότητα των σπερμάτων υδρόβιων φυτων.

	Κλιματική Επίπτωση			
ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή	Πολύ Υψηλή
Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή	Πολύ υψηλή	Κρίσιμη
Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή	Πολύ υψηλή
Υψηλή	Καμία	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή

**Πίνακας 4.10:** Αξιολόγηση της Ευπάθειας των Μεσογειακών εποχιακών λιμνίων της Κύπρου, χρησιμοποιώντας ως παράμετρο προσαρμοστικής ικανότητας την παραγωγή σπερμάτων από τα υδρόβια φυτά.

	Κλιματική Επίπτωση
--	--------------------

<b>ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ</b>	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή	Πολύ Υψηλή
Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή	Πολύ υψηλή	Κρίσιμη
Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή	Πολύ υψηλή
Υψηλή	Καμία	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή

**Πίνακας 4.11:** Αξιολόγηση της Ευπάθειας των Μεσογειακών εποχιακών λιμνίων της Κύπρου, χρησιμοποιώντας ως παράμετρο προσαρμοστικής ικανότητας την φαινοτυπική πλαστικότητα των αμφίβιων ειδών.

	<b>Κλιματική Επίπτωση</b>			
<b>ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ</b>	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή	Πολύ Υψηλή
Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή	Πολύ υψηλή	Κρίσιμη
Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή	Πολύ υψηλή
Υψηλή	Καμία	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή

# Κεφάλαιο 5

## Συζήτηση/ Συμπεράσματα

### 5.1 Συζήτηση

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση βρέθηκε ένας ικανοποιητικός αριθμός άρθρων που δικαιολογεί την ευπάθεια της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων των Μεσογειακών νησιών στην κλιματική αλλαγή. Τα ευρήματα φανερώνουν ότι παρά τη μεγάλη συνεισφορά των μεσογειακών νησιών στη παγκόσμια βιοποικιλότητα, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής καθώς και η ευπάθεια τους μόλις πρόσφατα άρχισε να διερευνάται. Όπως εύστοχα σημειώνουν οι Veron *et al.*, (2019), η μέτρηση της ευπάθειας κάθε νησιού αποτελεί το πρώτο βήμα ως προς μια ανάλυση κινδύνου προκειμένου να εντοπιστούν τα σημεία εκείνα που αναμένεται να επηρεαστούν δυσμενώς από την κλιματική αλλαγή.

Στο σημείο αυτό κρίνεται αναγκαίο να γίνει μια σύνοψη όσο αφορά τις κύριες προκλήσεις της κλιματικής αλλαγής που θα έχουν να αντιμετωπίσουν τα είδη και τα οικοσυστήματα, σύμφωνα με τα άρθρα που έχουν βρεθεί. Οι προκλήσεις αυτές, οι οποίες θα καθορίσουν ανάλογα και το βαθμό ευπάθειας των ειδών και των οικοσυστημάτων, περιγράφονται αναλυτικά πιο κάτω και συνοψίζονται στον **Πίνακα 5.1**.

Για τη βιοποικιλότητα δύο είναι οι βασικές προκλήσεις, η αύξηση τη θερμοκρασίας και τα εισβλητικά είδη. Ωστόσο, αφού η εξάπλωση των εισβλητικών ειδών ευνοείται από τις αλλαγές του κλίματος, κύρια πρόκληση θεωρείται μόνο η αύξηση της θερμοκρασίας. Μάλιστα μέσα από τα άρθρα διαφαίνονται και κάποιοι λόγοι που καθορίζουν την ευπάθεια των ειδών στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Ένας λόγος είναι εάν το είδος είναι ενδημικό, επαπειλούμενο ή είδος με στενό γεωγραφικό εύρος. Σχεδόν όλα τα άρθρα αναφέρονται σε ενδημικά, επαπειλούμενα είδη, που σημαίνει ότι το ενδιαφέρον των επιστημών στρέφεται εκεί αφού όπως είναι λογικό, και αναφέρεται χαρακτηριστικά εντός των άρθρων, τα ενδημικά είδη διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο εξαφάνισης από ότι τα υπόλοιπα είδη (Kougioumoutzis *et al.*, 2020a) και άρα θεωρούνται πιο ευπαθή.

**Πίνακας 5.1:** Προκλήσεις - απειλές που αναμένεται να αντιμετωπίσουν τα είδη και τα οικοσυστήματα των Μεσογειακών νησιών και ποσοστό αναφοράς εντός της βιβλιογραφίας.

	Αύξηση θερμοκρασίας	Άνοδος της στάθμης της θάλασσας	Εισβλητικά είδη	Ξηρασία	Οξύνιση ωκεανών
<b>Βιοποικιλότητα</b>	<b>78%</b>		<b>22%</b>		
<b>Υδατικά οικοσυστήματα</b>	67%	17%			8%
<b>Δασικά οικοσυστήματα</b>	44%			56%	
<b>Αγρο-οικοσυστήματα</b>	80%			20%	
<b>Παράκτια οικοσυστήματα</b>		100 %			

Ένας άλλος λόγος είναι η θέση του είδους. Η αύξηση της θερμοκρασίας θα οδηγήσει σε μετατόπιση των ειδών προς τους πόλους, προς υψηλότερα υψόμετρα, σε μια προσπάθεια εντοπισμού της κλιματικής τους θέσης. Όπως είναι γνωστό, η μετατόπιση των ειδών στα νησιά δυσχεραίνεται λόγω του γεωγραφικού αποκλεισμού τους, αλλά και επίσης από το γεγονός ότι δεν υπάρχουν επαρκείς περιοχές για τέτοιες μετατοπίσεις (Médail, 2017). Ωστόσο τα άρθρα κάνουν αναφορά και σε περιοχές με εξαιρετικά απομονωμένες οικολογικές και χωρικές συνθήκες, όπως οι βουνοκορφές των νησιών. Σε αυτές τις περιοχές όπως σημειώνουν οι Talavera, Espadaler and Vila, 2015, μπορεί κανείς να αναζητήσει είδη στο χείλος της εξαφάνισης τους.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα στα άρθρα είναι οι βουνοκορφές της Κρήτης και της Μαγιόρκα. Για την Κρήτη οι επιστήμονες αναφέρουν χαρακτηριστικά ότι οι οροσειρές τις από κέντρα ενδημισμού στο μέλλον θα μετατραπούν σε νεκρές ζώνες (Kougioumoutzis et al., 2020b) ενώ έχουν ήδη σημειωθεί εξαφανίσεις σε ορισμένα ενδημικά είδη στα Λευκά όρη (Talavera, Espadaler and Vila, 2015). Για τη Μαγιόρκα οι επιστήμονες εντόπισαν ένα νέο ενδημικό είδος μυρμηγκιού με περιορισμένο γεωγραφικό εύρος (στις κορυφές της οροσειράς Serra de Tramuntana) το οποίο και απειλείται με εξαφάνιση από την κλιματική αλλαγή (Talavera, Espadaler and Vila, 2015). Άρα μπορεί να ειπωθεί ότι στα

νησιά τα είδη που απαντώνται σε υψηλότερα υψόμετρα θεωρούνται πιο ευπαθή σε σχέση με τα είδη που συναντά κανείς σε χαμηλότερα υψόμετρα.

Σύμφωνα με τους Fernández-Palacios *et al.*, (2021), η πιθανότητα να οδηγηθεί ένα νησιωτικό είδος σε εξαφάνιση, λόγω ανθρωπίνων πιέσεων, είναι 12 φορές μεγαλύτερη από την εξαφάνιση ενός ηπειρωτικού είδους. Η κλιματική αλλαγή συγκαταλέγεται ανάμεσα σε αυτές τις πιέσεις. Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία αναφέρθηκαν αρκετά είδη των μεσογειακών νησιών τα οποία θεωρούνται ευπαθή στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, αρκετά από τα οποία είναι ενδημικά και άρα κινδυνεύουν με εξαφάνιση. Με την εξαφάνιση ενός είδους, μια ολόκληρη σειρά βιοτικών αλληλεπιδράσεων ή και βιογεωχημικών ρόλων ή λειτουργιών που είδος παρέχει στο οικοσύστημα εξαφανίζονται επίσης. Κάποια είδη που δεν επηρεάζονται άμεσα μπορούν έτσι να χάσουν έναν απαραίτητο εταίρο αλληλεπίδρασης και να εξαφανιστούν, σε μια διαδικασία γνωστή ως τροφικός καταρράκτης. Άρα όπως εύστοχα σημειώνουν οι Weiskopf *et al.*, (2020), η κλιματική αλλαγή με την απώλεια ειδών που θα επιφέρει, θα οδηγήσει και σε αλλαγή της δομής και της λειτουργικότητας των οικοσυστημάτων.

Ποιες είναι όμως οι κύριες προκλήσεις της κλιματικής αλλαγής που αναμένεται να αντιμετωπίσουν τα διάφορα οικοσυστήματα (δασικά, υδατικά, αγροτικά, παράκτια). Για τα υδατικά οικοσυστήματα οι προκλήσεις φαίνεται να είναι αρκετές. Συγκεκριμένα το 67% των άρθρων έχουν ως κύρια πρόκληση την αύξηση της θερμοκρασίας, το 17% την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, το 8% τη μείωση της βροχόπτωσης και το υπόλοιπο 8% την οξύνιση των ωκεανών. Συγκεκριμένα για τα φύκη, τα μακρόφυτα και τα ανθόζωα η κύρια πρόκληση που θα έχουν να αντιμετωπίσουν είναι η αύξηση της θερμοκρασίας καθώς και η οξύνιση των ωκεανών, η οποία δεν αναφέρεται σε μεγάλο βαθμό στα συγκεκριμένα άρθρα που έχουν βρεθεί. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας φαίνεται να είναι η κύρια πρόκληση για τους οικοτόπους φωλιάσματος των θαλάσσιων χελωνών ενώ η μείωση της βροχόπτωσης αναμένεται να επηρεάσει την κατανομή των χελωνών που απαντώνται στα γλυκά νερά.

Όπως προαναφέρθηκε προηγουμένως οι οργανισμοί ανταποκρίνονται μετατοπίζοντας τη γεωγραφική κατανομή τους προς το Βορά και προς υψηλότερα υψόμετρα. Εκτός από τα νησιά και τις βουνοκορφές, σύμφωνα με τους Jordà, Marbà and Duarte, 2012, η Μεσόγειος θάλασσα αποτελεί και αυτή περιοχή ανησυχίας καθώς η μετατόπιση των ειδών προς τα βόρεια εμποδίζεται από την παρουσία της Ευρωπαϊκής ηπείρου. Έτσι



αρκετά ενδημικά είδη, όπως η *Posidonia oceanica*, πρέπει είτε να προσαρμοστούν στην αλλαγή του κλίματος είτε να βιώσουν την εξαφάνιση.

Για τα δασικά οικοσυστήματα οι κύριες προκλήσεις είναι η αύξηση της θερμοκρασίας και η ξηρασία που απορρέει από την πρώτη. Η αύξηση της θερμοκρασίας αναμένεται να αυξήσει τον κίνδυνο πρόκλησης δασικών πυρκαγιών, να οδηγήσει σε αλλαγές στη σύνθεση των δασικών οικοσυστημάτων και επίσης αναμένεται να αυξηθούν οι πρωτογενείς νεκρώσεις λόγω ξηρασίας. Οι προκλήσεις που θα αντιμετωπίσουν τα δασικά οικοσυστήματα αναμένεται να αντιμετωπίσουν και τα αγρο-οικοσυστήματα. Η αύξηση της θερμοκρασίας αναμένεται να επηρεάσει την απόδοση των καλλιεργειών αλλά και τη διαθεσιμότητα του νερού για άρδευση. Για τα παράκτια οικοσυστήματα κύρια πρόκληση και απειλή θεωρείται η άνοδος της στάθμης της θάλασσας η οποία αναμένεται να οδηγήσει σε οπισθοχώρηση της ακτογραμμής σε αρκετά νησιά, διάβρωση και υποβάθμιση των ακτών, θέτοντας έτσι σε κίνδυνο τα είδη των παράκτιων οικοσυστημάτων.

Από όσα έχουν ειπωθεί, φαίνεται ότι η αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι η κύρια πρόκληση- απειλή- που θα έχουν να αντιμετωπίσουν τα είδη και τα οικοσυστήματα στα μεσογειακά νησιά, και θα καθορίσει ανάλογα την ευπάθεια τους ως προς την κλιματική αλλαγή. Στο σημείο αυτό κρίνεται αναγκαίο να απαντηθεί ακόμα ένα ερώτημα που τέθηκε στο Κεφάλαιο 3.2 της παρούσας διατριβής. Ποιο από τα πιο πάνω οικοσυστήματα (δασικά, υδατικά, αγροτικά, παράκτια) αναμένεται να επηρεαστεί περισσότερο από την κλιματική αλλαγή; Κάποιος θα μπορούσε να απαντήσει με ευκολία ότι όλα τα οικοσυστήματα αναμένεται να επηρεαστούν με διαφορετικό τρόπο από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, άποψη η οποία είναι απόλυτα σωστή. Παρόλα αυτά, η βιβλιογραφία που έχει χρησιμοποιηθεί για την παρούσα διατριβή αποκαλύπτει ότι τα υδατικά οικοσυστήματα είναι αυτά που θα επηρεαστούν περισσότερο. Πρώτον, επειδή δέχονται αρκετές πιέσεις και δεύτερον, επειδή το μεγαλύτερο ποσοστό των άρθρων που έχουν βρεθεί (30%) κάνουν λόγο για την ευπάθεια των υδατικών οικοσυστημάτων. Αν ληφθεί υπόψη ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών των άρθρων αναφέρονται στα θαλάσσια οικοσυστήματα (85%) και ένα πολύ μικρό ποσοστό στα οικοσυστήματα του γλυκού νερού (15%), τότε μπορεί να ειπωθεί ότι τα θαλάσσια οικοσυστήματα θα είναι αυτά που θα επηρεαστούν περισσότερο από την κλιματική αλλαγή.

Ωστόσο όπως σημειώνουν οι Lind, Eckstein και Relyea, (2022) η κλιματική αλλαγή είναι ένας σημαντικός στρεσογόνος παράγοντας με σοβαρές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα

του γλυκού νερού. Αυτό γιατί η κλιματική αλλαγή αναμένεται να αλλάξει τα υδρολογικά καθεστώτα των εσωτερικών υδάτινων σωμάτων γλυκού νερού. Καθώς η βιοποικιλότητα μειώνεται σε όλο τον κόσμο, αυτή η μείωση είναι πολύ μεγαλύτερη στα οικοσυστήματα του γλυκού νερού από ό,τι στα χερσαία οικοσυστήματα (Dudgeon *et al.*, 2006). Τα Μεσογειακά Εποχιακά Λιμνία της Κύπρου, επιλέχθηκαν ως παράδειγμα οικοσυστήματος γλυκού νερού και η εκτίμηση της ευπάθειας τους στην κλιματική αλλαγή πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους αντίστοιχους Οδηγούς Αξιολόγησης της Ευπάθειας των Ειδών και των Οικοτόπων. Η επιλογή των παραμέτρων που αφορούν την έκθεση, την ευαισθησία και την προσαρμοστική ικανότητα συνοψίζονται στον **Πίνακα 5.2**.

**Πίνακας 5.2** Παράμετροι αξιολόγησης της ευπάθειας των εποχιακών λιμνίων και κριτήρια επιλογής

Παράμετρος		Κριτήριο Επιλογής
<b>Έκθεση</b>	<b>Διάρκεια Υδροπεριόδου</b>	Η υδροπερίοδος καθορίζει τη βλάστηση στα εποχιακά λιμνία. Η αύξηση της θερμοκρασίας φαίνεται να επηρεάζει τη διάρκεια της υδροπεριόδου θέτοντας σε κίνδυνο την επιβίωση των ειδών.
<b>Ευαισθησία</b>	<b>Εδαφική τράπεζα σπέρματος</b>	Η τράπεζα σπέρματος προσδίδει αντοχή και ανθεκτικότητα στις φυτοκοινότητες των εποχιακών λιμνίων. Η διάρκεια της υδροπεριόδου επηρεάζει την πυκνότητα της τράπεζας σπέρματος.
<b>Προσαρμοστική ικανότητα</b>	<b>Βλαστικότητα σπερμάτων Παραγωγή σπερμάτων (υδρόβια είδη)</b>	Σε μικρής διάρκειας υδροπεριόδου τα σπέρματα των υδρόβιων φυτών βλασταίνουν. Υπάρχει όμως παραγωγή σπερμάτων και αναπλήρωση της τράπεζας σπέρματος;
	<b>Φαινοτυπική πλαστικότητα (αμφίβια είδη)</b>	Σε μικρής διάρκειας υδροπεριόδου τα αμφίβια είδη αλλάζουν από υδρόβιους σε χερσαίους μορφότυπους. Οι χερσαίοι μορφότυποι είναι ικανοί να παράγουν σπέρματα, άνθη και καρπούς.

Από την αξιολόγηση της ευπάθειας των Μεσογειακών εποχιακών λιμνιών που προηγήθηκε πιο πάνω, θα μπορούσε κάποιος να ισχυριστεί ότι μόνο τα υδρόβια φυτά των εποχιακών λιμνιών θεωρούνται ευπαθή στην κλιματική αλλαγή. Τα υδρόβια φυτά έχουν άμεση εξάρτηση με την παρουσία νερού στα εποχικά λιμνία. Σε περιόδους όπου η υδροπερίοδος είναι σύντομη τα σποριόφυτα βλασταίνουν, ωστόσο, υπάρχει μικρή έως καθόλου παραγωγή σπερμάτων. Η τράπεζα σπέρματος ενδέχεται να εξαντληθεί εντελώς εάν αυξηθεί η συχνότητα των ετών όπου η υδροπερίοδος είναι σύντομη. Επομένως αν και οι υδάτινες τράπεζες σπερμάτων μπορούν να επιμείνουν για μεγάλες χρονικές περιόδους, δεν εξαντλούνται από την ετήσια βλάστηση και μπορεί να παράγουν φυτά για αρκετά διαδοχικά χρόνια χωρίς να αναπληρώνονται, η ικανότητά τους να αποκαθιστούν υδρόβιες κοινότητες θα μπορούσε να μειωθεί εάν αυξηθεί η συχνότητα των ξηρών ετών ή των ετών σύντομης υδροπεριόδου.

Σε αντίθεση με τα υδρόβια φυτά, τα αμφίβια φυτά φαίνεται να είναι ανθεκτικά στην κλιματική αλλαγή. Η φαινοτυπική πλαστικότητα που τα χαρακτηρίζει τους επιτρέπει να αλλάζουν από υδρόβιους σε χερσαίους μορφότυπους όταν η υδροπερίοδος είναι σύντομη επιτρέποντας τους να επιβιώνουν σε περιόδους όπου η στάθμη του νερού μειώνεται. Ωστόσο, όπως σημειώνει ο Bauder, (2000) οι παροδικές πλημμύρες δημιουργούν μια κλίση υγρασίας στα λιμνία «από κάτω προς τα πάνω» που καθορίζεται από το καθεστώς της πλημμύρας. Τα φυτά στα λιμνία κατανέμονται έτσι σε ομόκεντρες ζώνες ανάλογα με την ανοχή τους στις πλημμύρες από τις χαμηλότερες περιοχές όπου υπόκεινται σε μεγαλύτερες περιόδους πλημμύρας, έως τις υψηλότερες ζώνες όπου υπάρχει μικρή ή καθόλου πλημμύρα (Bauder, 2005). Αλλαγές στην υδρολογία ή στο κλιματικό καθεστώς θα μετατοπίσουν την κλίση αλλοιώνοντας έτσι τη σύνθεση και τη δομή των φυτοκοινοτήτων.

Επίσης, η μειωμένη στάθμη νερού θα μειώσει σημαντικά τον πληθυσμό των υδρόβιων και αμφίβιων φυτών προς όφελος των ανταγωνιστικών ζιζανίων, που υπάρχουν ήδη στην τράπεζα σπόρων, και δεν επηρεάζονται από το στρες της πλημμύρας (Aronste, Kazakis, Ghosn, Vasilios, *et al.*, 2010). Επιπλέον, χωρίς το νερό ως περιοριστικό παράγοντα, ενδέχεται σταδιακά να επέλθει εξάπλωση των ξυλωδών ειδών που περιβάλλουν τα λιμνία, καλύπτοντας την επιφάνειά τους και μειώνοντας την έκτασή τους.

Τα εποχιακά λιμνία στην Κύπρο, εντοπίζονται σε καυκάλες, σε σκληρό δηλαδή υπόστρωμα και άρα σε περιόδους ξηρασίας, ενδέχεται να μην είναι ικανά να

συγκρατήσουν αρκετά την υγρασία. Αυτό σε συνδυασμό με την μικρή τράπεζα σπέρματος που συγκροτούν, λόγω του μικρού μεγέθους τους, μια μειωμένη υδροπερίοδος θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της πυκνότητας της τράπεζας σπέρματος και συνεπώς αυξημένη πιθανότητα εξαφάνισης των πληθυσμών. Επίσης οι αυξημένες θερμοκρασίες, που προβλέπονται στην περιοχή της Μεσογείου, αναμένεται να επηρεάσουν την βλάστηση των σπερμάτων, επειδή τα περισσότερα είδη φυτών βλασταίνουν σε χαμηλές θερμοκρασίες ως προσαρμογή σε μια περίοδο πλημμύρας. Όλα πιο πάνω δικαιολογούν την ευπάθεια των εποχιακών λιμνίων της Κύπρου στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

## 5.2 Περιορισμοί της μελέτης

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι οι αξιολογήσεις ευπάθειας παρέχουν πολύτιμες ενδεικτικές ενδείξεις ως προς το πού πρέπει να επικεντρωθεί η διατήρηση. Ωστόσο, και όπως υποστηρίζουν οι *Harley et al.*, 2010, τα αποτελέσματα μιας αξιολόγησης ευπάθειας δεν πρέπει να θεωρούνται ως «αποφασιστικά» αποδεικτικά στοιχεία για την ευπάθεια των οικοτόπων. Τα δεδομένα έκθεσης και ευαισθησίας που χρησιμοποιούνται στις εκτιμήσεις επιπτώσεων, περιλαμβάνουν αβεβαιότητες και περιορισμούς. Ακόμη, δεν είναι σαφές πώς η ευαισθησία μεμονωμένων ειδών θα επηρεάσει ολόκληρους οικοτόπους. Το κάθε είδος ενδέχεται να ανταποκριθεί διαφορετικά στα κλιματικά ερεθίσματα όσον αφορά τη διασπορά, το μέγεθος του πληθυσμού κ.λπ., και ενδέχεται να υπάρχουν αλληλεπιδράσεις που επηρεάζουν την επίπτωση που δεν μπορούν να προσδιοριστούν στην αξιολόγηση.

Κυριότερος περιορισμός της παρούσας διατριβής, αποτελεί το γεγονός ότι πρόκειται για μια βιβλιογραφική ανασκόπηση. Όποτε και γίνεται μια εκτίμηση της ευπάθειας του οικοτόπου 3170. Μια σωστή και αξιόπιστη αξιολόγηση ευπάθειας θα έπρεπε να περιλαμβάνει μετρήσιμα δεδομένα. Δεδομένα που θα αφορούσαν τη διάρκεια της υδροπεριόδου, τη εδαφική τράπεζα σπέρματος, τη βλαστικότητα και την παραγωγή σπερμάτων από τα φυτά που απαρτίζουν τα Μεσογειακά Εποχιακά Λιμνία της Κύπρου. Δυστυχώς τέτοια δεδομένα είναι προς το παρόν ανύπαρκτα, για το λόγο ότι ο συγκεκριμένος οικοτόπος είναι ελάχιστα μελετημένος στην Κύπρο, πράγμα που απαιτεί επί τόπου εργασία στο πεδίο.

## 5.3 Συμπεράσματα

Τα νησιά της Μεσογείου δεν θα μείνουν ανεπηρέαστα από την κλιματική αλλαγή. Η αύξηση της θερμοκρασίας αναμένεται να οδηγήσει πολλά είδη σε κατάσταση επικινδυνότητας ενώ αναμένεται να επιφέρει αλλαγές στη δομή και στη λειτουργικότητα των οικοσυστημάτων. Όπως διαπιστώθηκε, οικότοπος 3170\*, Μεσογειακά εποχιακά λιμνία θεωρείται ευπαθής στην κλιματική αλλαγή. Επομένως, η λήψη μέτρων προσαρμογής και διατήρησης για τα εποχιακά λιμνία της Κύπρου κρίνεται αναγκαία. Βέβαια για να γίνει αυτό πρέπει να υπάρχουν επαρκή στοιχεία για το συγκεκριμένο τύπο οικότοπου στην Κύπρο. Στοιχεία που θα αφορούν την ακριβή έκταση, τη χλωριδιακή σύνθεση, την πανίδα, τη εδαφική τράπεζα μονάδων αναπαραγωγής, τα υδρολογικά χαρακτηριστικά, την ποιότητα του νερού, καθώς και των απειλών που υφίστανται. Όσον αφορά την εδαφική τράπεζα μονάδων αναπαραγωγής (σπέρματα, σπόρια, γαμετόφυτα) θεωρείται χρήσιμο στοιχείο για την αξιολόγηση του μεγέθους του πληθυσμού των χαρακτηριστικών ειδών και της επιβίωσης τους και άρα είναι χρήσιμο στοιχείο για την αξιολόγηση της κατάστασης διατήρησης του οικότοπου. Από την τράπεζα σπερμάτων εξαρτάται η δυνατότητα του πληθυσμού να επανακάμψει μετά από αντίξοες συνθήκες.

Τέλος σύμφωνα με τους Zacharias, I. *et al.* (2007), η διαχείριση θα πρέπει να στοχεύει ιδιαίτερα στην προστασία του υδάτινου καθεστώτος των εποχιακών λιμνίων (χαρακτηριστικά της υδροπεριόδου) αφού η βλάστηση των λιμνίων θα επηρεαστεί περισσότερο από τις αλλαγές της υδροπεριόδου. Ως εκ τούτου, οι ενέργειες διαχείρισης αλλά και τα μέτρα προσαρμογής θα πρέπει να εστιάζονται πρωτίστως στην αποκατάσταση ή τη διατήρηση της φυσικής υδροπεριόδου των λιμνίων. Επιπλέον μέτρα αντιστάθμισης που θα μπορούσαν να τεθούν σε εφαρμογή είναι η διατήρηση ή η αποκατάσταση διαδρόμων για τη μετακίνηση των ειδών προς ψυχρότερα, μεγαλύτερα υψόμετρα καθώς και η αποκατάσταση εποχιακών λιμνίων σε κατάλληλες τοποθεσίες.

## 5.4 Εισηγήσεις

Στη παρούσα διατριβή παρουσιάστηκαν σε θεωρητικό πλαίσιο οι κυριότεροι παράμετροι έκθεσης, ευαισθησίας και προσαρμοστικής ικανότητας, καθώς και η μεθοδολογία

αξιολόγησης της ευπάθειας του οικοτόπου 3170. Τα αποτελέσματα της διατριβής μπορούν κάλλιστα να αποτελέσουν τις κατευθυντήριες οδηγίες για συλλογή μετρήσιμων δεδομένων από το πεδίο. Ενδεικτικά, για τη μέτρηση της έκθεσης (διάρκεια υδροπεριόδου) απαιτούνται τακτικές επισκέψεις για καταγραφή της στάθμης του νερού σε εποχιακά λιμνία ή καλύτερα επισκέψεις κατά την υγρή και κατά την ξηρή φάση. Για τη μέτρηση της ευαισθησίας (εδαφική τράπεζα σπέρματος) απαιτείται συλλογή δειγμάτων εδάφους από εποχιακά λιμνία για αναγνώριση και καταγραφή των σπερμάτων. Για τη μέτρηση της προσαρμοστικής ικανότητας (βλαστικότητα σπερμάτων, παραγωγή σπερμάτων, φαινοτυπική πλαστικότητα) απαιτούνται τακτικές επισκέψεις στο πεδίο για καταγραφή της φυτοκάλυψης με την προϋπόθεση ότι είναι γνωστά τα φαινολογικά χαρακτηριστικά των ειδών (π.χ περίοδος βλαστητικής ανάπτυξης, περίοδος ανθοφορίας, περίοδος καρποφορίας).

# Κεφάλαιο 6

## Βιβλιογραφία

Adger, W. N. (2006) 'Vulnerability', *Global Environmental Change*, 16, pp. 268–281. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006.

Aguirre, J. *et al.* (2019) 'Intertidal Mediterranean Coralline Algae Habitat Is Expecting a Shift Toward a Reduced Growth and a Simplified Associated Fauna Under Climate Change'. doi: 10.3389/fmars.2019.00106.

Ancillotto, L. *et al.* (2021) 'Wildfires, heatwaves and human disturbance threaten insular endemic bats', *Biodiversity and Conservation*, 30, pp. 4401–4416. doi: 10.1007/s10531-021-02313-5.

Anderson, R., Bayer, P. E. and Edwards, D. (2020) 'Climate change and the need for agricultural adaptation', *Current Opinion in Plant Biology*, 56, pp. 197–202. doi: 10.1016/j.PBI.2019.12.006.

Anfuso, G. and Martínez Del Pozo, J. Á. (2009) 'Assessment of coastal vulnerability through the use of GIS tools in south sicily (Italy)', *Environmental Management*, 43(3), pp. 533–545. doi: 10.1007/S00267-008-9238-8/FIGURES/8.

Anthony, K. R. N. *et al.* (2008) 'Ocean acidification causes bleaching and productivity loss in coral reef builders', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(45), pp. 17442–17446. doi: 10.1073/pnas.0804478105.

Aponte, C., Kazakis, G., Ghosn, D. and Papanastasis, V. P. (2010) 'Characteristics of the soil seed bank in Mediterranean temporary ponds and its role in ecosystem dynamics', *Wetlands Ecology and Management*, 18(3), pp. 243–253. doi: 10.1007/S11273-009-9163-5/FIGURES/3.

Aponte, C., Kazakis, G., Ghosn, D., Vasilios, •, *et al.* (2010) 'Characteristics of the soil seed bank in Mediterranean temporary ponds and its role in ecosystem dynamics', *Wetlands Ecology and Management*, pp. 243–253. doi: 10.1007/s11273-009-9163-5.

Arizmendi-Mejía, R. *et al.* (2015) 'Demographic responses to warming: reproductive maturity and sex influence vulnerability in an octocoral', *Coral Reefs*, 34(4), pp. 1207–

1216. doi: 10.1007/S00338-015-1332-9/FIGURES/3.

Auci, S., Donatella Vignani, · and Vignani, D. (2020) 'Climate variability and agriculture in Italy: a stochastic frontier analysis at the regional level', *Economia Politica*, 37, pp. 381–409. doi: 10.1007/s40888-020-00172-x.

Bacciu, V. *et al.* (2021) 'Investigating the climate-related risk of forest fires for mediterranean islands' blue economy', *Sustainability (Switzerland)*, 13(18). doi: 10.3390/SU131810004.

Bagella, S. *et al.* (2016) 'Mediterranean Temporary Ponds: new challenges from a neglected habitat', *Hydrobiologia*, 782(1), pp. 1–10. doi: 10.1007/S10750-016-2962-9/FIGURES/1.

Bauder, E. T. (2000) 'Inundation effects on small-scale plant distributions in San Diego, California vernal pools', *Aquatic Ecology*, 34(1), pp. 43–61. doi: 10.1023/A:1009916202321/METRICS.

Bauder, E. T. (2005) 'The effects of an unpredictable precipitation regime on vernal pool hydrology', *Freshwater Biology*, 50(12), pp. 2129–2135. doi: 10.1111/J.1365-2427.2005.01471.X.

Bellard, C., Leclerc, C. and Courchamp, F. (2014) 'Impact of sea level rise on the 10 insular biodiversity hotspots', *Global Ecology and Biogeography*, 23(2), pp. 203–212. doi: <https://doi.org/10.1111/geb.12093>.

Birchall, S. J. and Bonnett, N. (2021) 'Climate change adaptation policy and practice: The role of agents, institutions and systems', *Cities*, 108, p. 103001. doi: 10.1016/J.CITIES.2020.103001.

Blondel, J. and Aronson, J. (1995) 'Biodiversity and Ecosystem Function in the Mediterranean Basin: Human and Non-Human Determinants', in Davis, G. W. and Richardson, D. M. (eds) *Mediterranean-Type Ecosystems: The Function of Biodiversity*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp. 43–119. doi: 10.1007/978-3-642-78881-9\_2.

Boone, W. W. and McCleery, R. A. (2023) 'Climate change likely to increase co-occurrence of island endemic and invasive wildlife', *Climate Change Ecology*, 4. doi: 10.1016/J.ECOCHG.2022.100061.

Brock, M. A. *et al.* (2003) 'Drought and aquatic community resilience: the role of eggs



- and seeds in sediments of temporary wetlands', *Freshwater Biology*, 48(7), pp. 1207–1218. doi: 10.1046/J.1365-2427.2003.01083.X.
- Brock, M. A. (2011) 'Persistence of seed banks in Australian temporary wetlands', *Freshwater Biology*, 56(7), pp. 1312–1327. doi: 10.1111/J.1365-2427.2010.02570.X.
- Caramujo, M.-J. and Boavida, M.-J. (2010) 'Biological diversity of copepods and cladocerans in Mediterranean temporary ponds under periods of contrasting rainfall', *Journal of Limnology*, 69(1), pp. 64–75. doi: 10.4081/JLIMNOL.2010.64.
- Caria, M. C. *et al.* (2021) 'Effect of inter-annual meteorological fluctuations and wild boar disturbance on the vegetation of Mediterranean temporary ponds', *Applied Vegetation Science*, 24(4). doi: 10.1111/AVSC.12624.
- Carlos, G. *et al.* (2018) 'Biodiversity of polynesian islands: Distribution and threat from climate change', *Biodiversity and Climate Change Adaptation in Tropical Islands*, pp. 105–125. doi: 10.1016/B978-0-12-813064-3.00004-1.
- Chaloner, T. M., Gurr, S. J. and Bebber, D. P. (2021) 'Plant pathogen infection risk tracks global crop yields under climate change', *Nature Climate Change*, 11(8), pp. 710–715. doi: 10.1038/s41558-021-01104-8.
- Cipolla, S. S. and Montaldo, N. (2022) 'On the Impacts of Historical and Future Climate Changes to the Sustainability of the Main Sardinian Forests', *Remote Sensing*, 14(19). doi: 10.3390/RS14194893.
- Colom, P. *et al.* (2021) 'Spatio-temporal responses of butterflies to global warming on a Mediterranean island over two decades', *Ecological Entomology*, 46(2), pp. 262–272. doi: 10.1111/EEN.12958.
- Courchamp, F., Hoffmann, Benjamin D., *et al.* (2014) 'Climate change, sea-level rise, and conservation: keeping island biodiversity afloat', *Trends in Ecology & Evolution*, 29(3), pp. 127–130. doi: 10.1016/J.TREE.2014.01.001.
- Courchamp, F., Hoffmann, Benjamin D, *et al.* (2014) 'Climate change, sea-level rise, and conservation: keeping island biodiversity afloat', *Trends in Ecology & Evolution*, 29(3), pp. 127–130. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.01.001>.
- Ćulibrk, A., Tzoraki, O. and Portman, M. E. (2021) 'Adaptation of a freshwater evaluation framework to a coastal system: The case of Kamari, Santorini', *Journal of Environmental Management*, 288. doi: 10.1016/J.JENVMAN.2021.112406.

- Díaz-Paniagua, C. *et al.* (2010) 'Temporary ponds from Doñana National Park: A system of natural habitats for the preservation of aquatic flora and fauna', 29, pp. 41–58. doi: 10.23818/limn.29.04.
- Dimitriou, E. *et al.* (2009) 'Modelling hydrological characteristics of Mediterranean Temporary Ponds and potential impacts from climate change', *Hydrobiologia*, 634(1), pp. 195–208. doi: 10.1007/S10750-009-9898-2/TABLES/7.
- Dudgeon, D. *et al.* (2006) 'Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges', *Biological Reviews*, 81(2), pp. 163–182. doi: 10.1017/S1464793105006950.
- Dueñas, A., Jiménez-Uzcátegui, G. and Bosker, T. (2021) 'The effects of climate change on wildlife biodiversity of the galapagos islands', *Climate Change Ecology*, 2. doi: 10.1016/J.ECOCHG.2021.100026.
- Enríquez, A. R. *et al.* (2019) 'Assessing beach and dune erosion and vulnerability under sea level rise: A Case study in the Mediterranean Sea', *Frontiers in Marine Science*, 6(JAN), p. 4. doi: 10.3389/FMARS.2019.00004/XML/NLM.
- Etherington, T. R., Peltzer, D. A. and Wyse, S. V. (2022) 'Future climates are predicted to alter the potential distributions of non-native conifer species in New Zealand', *New Zealand Journal of Ecology*, 46(1). doi: 10.20417/NZJECOL.46.14.
- Faist, A. M. and Collinge, S. K. (2015) 'Seed bank composition varies along invasion and inundation gradients in vernal pool wetlands', *Plant Ecology*, 216(4), pp. 553–564. doi: 10.1007/S11258-015-0458-8/FIGURES/3.
- Falace, A. *et al.* (2021) 'Is the South-Mediterranean Canopy-Forming *Ericaria giacconeii* (= *Cystoseira hyblaea*) a Loser From Ocean Warming?', *Frontiers in Marine Science*, 8. doi: 10.3389/FMARS.2021.760637.
- Fawzy, S. *et al.* (2020) 'Strategies for mitigation of climate change: a review', *Environmental Chemistry Letters* 2020 18:6, 18(6), pp. 2069–2094. doi: 10.1007/S10311-020-01059-W.
- Fernández-Palacios, J. M. *et al.* (2021) 'Scientists' warning – The outstanding biodiversity of islands is in peril', *Global Ecology and Conservation*, 31. doi: 10.1016/J.GECCO.2021.E01847.
- Fernández-Zamudio, R., García-Murillo, P. and Díaz-Paniagua, C. (2018) 'Effect of the

filling season on aquatic plants in Mediterranean temporary ponds', *Journal of Plant Ecology*, 11(3), pp. 502–510. doi: 10.1093/JPE/RTX026.

Fernández-Zamudio, R., García-Murillo, P. and Díaz-Paniagua, C. (2021) 'Terrestrial morphotypes of aquatic plants display improved seed germination to deal with dry or low-rainfall periods', *Plants*, 10(4), p. 741. doi: 10.3390/PLANTS10040741/S1.

Fritzsche, K. *et al.* (2014) 'The Vulnerability Sourcebook: Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments'. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, p. 180.

Furlan, E. *et al.* (2021) 'Development of a Multi-Dimensional Coastal Vulnerability Index: Assessing vulnerability to inundation scenarios in the Italian coast', *Science of The Total Environment*, 772, p. 144650. doi: 10.1016/J.SCITOTENV.2020.144650.

Füssel, H. M. and Klein, R. J. T. (2006) 'Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking', *Climatic Change 2006 75:3*, 75(3), pp. 301–329. doi: 10.1007/S10584-006-0329-3.

G. Campoy, J. *et al.* (2021) 'Functional responses to climate change may increase invasive potential of *Carpobrotus edulis*', *American Journal of Botany*, 108(10), pp. 1902–1916. doi: 10.1002/AJB2.1745.

Galdies, C. and Vella, K. (2019) 'Future Climate Change Impacts on Malta's Agriculture, Based on Multi-model Results from WCRP's CMIP5', in *Climate Change Management*, pp. 137–156. doi: 10.1007/978-3-319-75004-0\_8.

Garbolino, E., Sanseverino-Godfrin, V. and Hinojos-Mendoza, G. (2016) 'Describing and predicting of the vegetation development of Corsica due to expected climate change and its impact on forest fire risk evolution', *Safety Science*, 88, pp. 180–186. doi: 10.1016/J.SSCI.2016.02.006.

Giorgi, F. (2006) 'Climate change hot&hyphen;spots', *Geophys. Res. Lett*, 33, p. 8707. doi: 10.1029/2006GL025734.

Giorgi, F. and Lionello, P. (2007) 'Climate change projections for the Mediterranean region', *Global and Planetary Change*, 63(2–3), pp. 90–104. doi: 10.1016/j.gloplacha.2007.09.005.

Grill, A. *et al.* (2007) 'Endemism in Sardinia', in *Phylogeography of Southern European Refugia*. Springer, pp. 273–296. doi: 10.1007/1-4020-4904-8\_10.

- Grillakis, M. G., Kapetanakis, E. G. and Goumenaki, E. (2022) 'Climate change implications for olive flowering in Crete, Greece: projections based on historical data', *Climatic Change*, 175(1–2). doi: 10.1007/s10584-022-03462-4.
- Grillakis, M. G., Polykretis, C. and Alexakis, D. D. (2020) 'Past and projected climate change impacts on rainfall erosivity: Advancing our knowledge for the eastern Mediterranean island of Crete', *Catena*, 193. doi: 10.1016/j.catena.2020.104625.
- Grillas, P. *et al.* (2021) 'Foreseen impact of climate change on temporary ponds located along a latitudinal gradient in Morocco', *Inland Waters*, 11(4), pp. 492–507. doi: 10.1080/20442041.2021.1962688.
- Gritti, E. S., Smith, B. and Sykes, M. T. (2006) 'Vulnerability of Mediterranean Basin ecosystems to climate change and invasion by exotic plant species', *Journal of Biogeography*, 33(1), pp. 145–157. doi: 10.1111/J.1365-2699.2005.01377.X.
- Hamann, M. *et al.* (2013) '13 climate change and marine turtles', *The biology of sea turtles*, 3, p. 353.
- Harley, M. *et al.* (2010) *A methodology for assessing the vulnerability to climate change of habitats in the Natura 2000 network*. ETC/ACC Technical Paper 2010/14.
- Hirose, J., Kotani, K. and Nakagawa, Y. (2021) 'Is Climate Change Induced by Humans? The Impact of the Gap in Perceptions on Cooperation', *Economics of Disasters and Climate Change*, 5(3), pp. 391–413. doi: 10.1007/s41885-021-00090-7.
- Iannella, M. *et al.* (2018) 'Coupling GIS spatial analysis and Ensemble Niche Modelling to investigate climate change-related threats to the Sicilian pond turtle *Emys trinacris*, an endangered species from the Mediterranean', *PeerJ*, 2018(6). doi: 10.7717/PEERJ.4969.
- Iglésias, S. P. and Frotté, L. (2015) 'Alien marine fishes in Cyprus: Update and new records', *Aquatic Invasions*, 10(4), pp. 425–438. doi: 10.3391/AI.2015.10.4.06.
- IPCC (2001) 'Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Watson, R.T. and the Core Writing Team (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, U'.
- IPCC (2014) 'Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva,

Switzerland, 151 pp’.

IPCC (2018) ‘Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change’, [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)]. In Pres.

IPCC (2022) ‘Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösche, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of’.

Ishtiaque, A. *et al.* (2022) ‘IPCC’s current conceptualization of “vulnerability” needs more clarification for climate change vulnerability assessments’, *Journal of Environmental Management*, 303. doi: 10.1016/J.JENVMAN.2021.114246.

Jordà, G., Marbà, N. and Duarte, C. M. (2012) ‘Mediterranean seagrass vulnerable to regional climate warming’. doi: 10.1038/NCLIMATE1533.

Karaouzas, I. *et al.* (2015) ‘Seasonal and spatial patterns of macroinvertebrate assemblages and environmental conditions in Mediterranean temporary ponds in Greece’, *Limnology*, 16(1), pp. 41–53. doi: 10.1007/S10201-014-0437-0/FIGURES/9.

Katselidis, K. A. *et al.* (2014) ‘Employing sea-level rise scenarios to strategically select sea turtle nesting habitat important for long-term management at a temperate breeding area’, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 450, pp. 47–54. doi: 10.1016/J.JEMBE.2013.10.017.

Kazakis, G. *et al.* (2021) ‘Altitudinal vascular plant richness and climate change in the alpine zone of the lefka ori, crete’, *Diversity*, 13(1), pp. 1–16. doi: 10.3390/D13010022.

Kersting, D. K., Bensoussan, N. and Linares, C. (2013) ‘Long-Term Responses of the Endemic Reef-Builder *Cladocora caespitosa* to Mediterranean Warming’, *PLoS ONE*, 8(8). doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0070820.

Kier, G. *et al.* (2009) ‘A global assessment of endemism and species richness across island and mainland regions’, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(23), pp. 9322–9327. doi: 10.1073/pnas.0810306106.

- Klingelhöfer, D. *et al.* (2020) 'Climate change: Does international research fulfill global demands and necessities?', *Environmental Sciences Europe*, 32(1), pp. 1–21. doi: 10.1186/S12302-020-00419-1/FIGURES/10.
- Kneitel, J. M. (2016) 'Climate-driven habitat size determines the latitudinal diversity gradient in temporary ponds', *Ecology*, 97(4), pp. 961–968. doi: 10.1890/15-1584.1.
- Kougioumoutzis, K. *et al.* (2020a) 'Plant Diversity Patterns and Conservation Implications under Climate-Change Scenarios in the Mediterranean: The Case of Crete (Aegean, Greece)', *Diversity 2020, Vol. 12, Page 270*, 12(7), p. 270. doi: 10.3390/D12070270.
- Kougioumoutzis, K. *et al.* (2020b) 'Spatial Phylogenetics, Biogeographical Patterns and Conservation Implications of the Endemic Flora of Crete (Aegean, Greece) under Climate Change Scenarios', *Biology 2020, Vol. 9, Page 199*, 9(8), p. 199. doi: 10.3390/BIOLOGY9080199.
- Kougioumoutzis, K., Kaloveloni, A. and Petanidou, T. (2022) 'Assessing Climate Change Impacts on Island Bees: The Aegean Archipelago', *Biology*, 11(4). doi: 10.3390/biology11040552.
- Kourgialas, N. N. (2021) 'Hydroclimatic impact on mediterranean tree crops area - Mapping hydrological extremes (drought/flood) prone parcels', *Journal of Hydrology*, 596, p. 125684. doi: 10.1016/J.JHYDROL.2020.125684.
- Kumar, L., Jayasinghe, S. and Gopalakrishnan, T. (2020) 'Climate change and impacts on biodiversity on small islands', *Springer Climate*, pp. 449–474. doi: 10.1007/978-3-030-32878-8\_12.
- De Lange, H. J. *et al.* (2010) 'Ecological vulnerability in risk assessment — A review and perspectives', *Science of The Total Environment*, 408(18), pp. 3871–3879. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.11.009>.
- Lázaro-Nogal, A. *et al.* (2016) 'Population differentiation in a Mediterranean relict shrub: the potential role of local adaptation for coping with climate change', *Oecologia*, 180(4), pp. 1075–1090. doi: 10.1007/S00442-015-3514-0/FIGURES/6.
- Liberati, A. *et al.* (2009) 'The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration', *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), pp. e1–e34. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006>.

- Lind, L., Eckstein, R. L. and Relyea, R. A. (2022) 'Direct and indirect effects of climate change on distribution and community composition of macrophytes in lentic systems', *Biological Reviews*, 97(4), pp. 1677–1690. doi: <https://doi.org/10.1111/brv.12858>.
- Luque, P. *et al.* (2021) 'Coastal Flooding in the Balearic Islands During the Twenty-First Century Caused by Sea-Level Rise and Extreme Events', *Frontiers in Marine Science*, 8. doi: [10.3389/fmars.2021.676452](https://doi.org/10.3389/fmars.2021.676452).
- Maggini, I. *et al.* (2020) 'Recent phenological shifts of migratory birds at a Mediterranean spring stopover site: Species wintering in the Sahel advance passage more than tropical winterers', *PLoS ONE*, 15(9 September). doi: [10.1371/JOURNAL.PONE.0239489](https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0239489).
- Malhi, Y. *et al.* (2020) 'Climate change and ecosystems: threats, opportunities and solutions', *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 375(1794), p. 20190104. doi: [10.1098/rstb.2019.0104](https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0104).
- Manes, S. *et al.* (2023) 'Nature as a solution for shoreline protection against coastal risks associated with ongoing sea-level rise', *Ocean & Coastal Management*, 235, p. 106487. doi: [10.1016/J.OCECOAMAN.2023.106487](https://doi.org/10.1016/J.OCECOAMAN.2023.106487).
- Marbà, N. and Duarte, C. M. (2010) 'Mediterranean warming triggers seagrass (*Posidonia oceanica*) shoot mortality', *Global Change Biology*, 16(8), pp. 2366–2375. doi: [10.1111/J.1365-2486.2009.02130.X](https://doi.org/10.1111/J.1365-2486.2009.02130.X).
- Measham, T. G. *et al.* (2011) 'Adapting to climate change through local municipal planning: Barriers and challenges', *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 16(8), pp. 889–909. doi: [10.1007/S11027-011-9301-2/TABLES/3](https://doi.org/10.1007/S11027-011-9301-2/TABLES/3).
- Médail, F. (2017) 'The specific vulnerability of plant biodiversity and vegetation on Mediterranean islands in the face of global change', *Regional Environmental Change*, 17, pp. 1775–1790. doi: [10.1007/s10113-017-1123-7](https://doi.org/10.1007/s10113-017-1123-7).
- Médail, F. and Verlaque, R. (1997) 'Ecological characteristics and rarity of endemic plants from southeast France and Corsica: Implications for biodiversity conservation', *Biological Conservation*, 80(3), pp. 269–281. doi: [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(96\)00055-9](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(96)00055-9).
- Menteli, V. *et al.* (2019) 'Endemic plants of Crete in electronic trade and wildlife tourism: current patterns and implications for conservation', *Journal of Biological Research-Thessaloniki*, 26(1), p. 10. doi: [10.1186/s40709-019-0104-z](https://doi.org/10.1186/s40709-019-0104-z).

- Monioudi, I. N. *et al.* (2016) 'Assessment of vulnerability of the eastern Cretan beaches (Greece) to sea level rise', *Regional Environmental Change*, 16(7), pp. 1951–1962. doi: 10.1007/S10113-014-0730-9.
- Myers, N. *et al.* (2000) 'Biodiversity hotspots for conservation priorities', *Nature*, 403(6772), pp. 853–858. doi: 10.1038/35002501.
- Nielsen, K. S. *et al.* (2020) 'Improving Climate Change Mitigation Analysis: A Framework for Examining Feasibility', *One Earth*, 3(3), pp. 325–336. doi: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.08.007>.
- Oliveira, S. *et al.* (2018) 'Mapping wildfire vulnerability in Mediterranean Europe. Testing a stepwise approach for operational purposes', *Journal of Environmental Management*, 206, pp. 158–169. doi: 10.1016/J.JENVMAN.2017.10.003.
- Olmo, C. *et al.* (2015) 'Combining field observations and laboratory experiments to assess the ecological preferences of *Tanymastix stagnalis* (L., 1758) (Crustacea, Branchiopoda) in Mediterranean temporary ponds', *Ecological Research*, 30(4), pp. 663–674. doi: 10.1007/S11284-015-1266-2/FIGURES/4.
- Page, M. J. *et al.* (2021) 'The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews', *BMJ*, 372. doi: 10.1136/bmj.n71.
- Papadaskalopoulou, C. *et al.* (2020) 'Assessment of Total Climate Change Impacts on the Agricultural Sector of Cyprus', *Atmosphere*, 11. doi: 10.3390/atmos11060608.
- Papadopoulou, M. P. *et al.* (2020) 'Agricultural Water Vulnerability under Climate Change in Cyprus', *Atmosphere 2020, Vol. 11, Page 648*, 11(6), p. 648. doi: 10.3390/ATMOS11060648.
- Parra, G. *et al.* (2021) 'The future of temporary wetlands in drylands under global change', <https://doi.org/10.1080/20442041.2021.1936865>, 11(4), pp. 445–456. doi: 10.1080/20442041.2021.1936865.
- Pittock, A. B. and Jones, R. N. (2000) 'Adaptation to what and why?', *Environmental Monitoring and Assessment*, 61(1), pp. 9–35. doi: 10.1023/A:1006393415542/METRICS.
- Poponessi, S. *et al.* (2018) 'Bryophytic vegetation of fragile and threatened ecosystems: The case of the Mediterranean temporary ponds in inland Central Italy', *Plant Sociology*, 55(1), pp. 31–44. doi: 10.7338/PLS2018551/03.
- Qi, D. *et al.* (2017) 'Increase in acidifying water in the western Arctic Ocean', *Nature*



*Climate Change*, 7(3), pp. 195–199. doi: 10.1038/nclimate3228.

Ralston, J. *et al.* (2017) 'Population trends influence species ability to track climate change', *Global Change Biology*, 23(4), pp. 1390–1399. doi: 10.1111/gcb.13478.

Rhazi, L. *et al.* (2001) 'The seed bank and the between years dynamics of the vegetation of a Mediterranean temporary pool (NW Morocco)', *Ecologia Mediterranea*, 27, pp. 69–88. doi: 10.3406/ecmed.2001.1907.

Rhazi, L. *et al.* (2012) 'Vegetation of Mediterranean temporary pools: A fading jewel?', *Hydrobiologia*, 689(1), pp. 23–36. doi: 10.1007/S10750-011-0679-3/TABLES/3.

Rizzo, A. *et al.* (2020) 'Coastal vulnerability assessment along the north-eastern sector of Gozo Island (Malta, Mediterranean Sea)', *Water (Switzerland)*, 12(5). doi: 10.3390/W12051405.

Rodríguez, A. *et al.* (2016) 'Changes in beach shoreline due to sea level rise and waves under climate change scenarios: application to the Balearic Islands (Western Mediterranean)', *Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions*, pp. 1–25. doi: 10.5194/nhess-2016-361.

Rovithakis, A. *et al.* (2022) 'Future climate change impact on wildfire danger over the Mediterranean: The case of Greece', *Environmental Research Letters*, 17(4). doi: 10.1088/1748-9326/AC5F94.

Sajwaj, T. *et al.* (2011) *Impacts of climate change and selected renewable energy infrastructures on EU biodiversity and the Natura 2000 network Task 2a – An assessment framework for climate change vulnerability: methodology and results.*

Sánchez-Salguero, R. *et al.* (2017) 'Analysing atmospheric processes and climatic drivers of tree defoliation to determine forest vulnerability to climate warming', *Forests*, 8(1). doi: 10.3390/F8010013.

Sarris, D., Christodoulakis, D. and Körner, C. (2011) 'Impact of recent climatic change on growth of low elevation eastern Mediterranean forest trees', *Climatic Change*, 106(2), pp. 203–223. doi: 10.1007/s10584-010-9901-y.

Savva, I. *et al.* (2018) 'Thermal tolerance of Mediterranean marine macrophytes: Vulnerability to global warming', *Ecology and Evolution*, 8(23), pp. 12032–12043. doi: 10.1002/ECE3.4663.

- Von Schuckmann, K. *et al.* (2020) 'Heat stored in the Earth system: Where does the energy go?', *Earth System Science Data*, 12(3), pp. 2013–2041. doi: 10.5194/ESSD-12-2013-2020.
- Seker, M. and Gumus, V. (2022) 'Projection of temperature and precipitation in the Mediterranean region through multi-model ensemble from CMIP6', *Atmospheric Research*, 280, p. 106440. doi: 10.1016/J.ATMOSRES.2022.106440.
- Seminara, M., Vagaggini, D. and Stoch, F. (2016) 'A comparison of Cladocera and Copepoda as indicators of hydroperiod length in Mediterranean ponds', *Hydrobiologia*, 782(1), pp. 71–80. doi: 10.1007/S10750-016-2693-Y/TABLES/2.
- Silva-Rocha, I. *et al.* (2015) 'Snakes on the balearic islands: An invasion tale with implications for native biodiversity conservation', *PLoS ONE*, 10(4). doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0121026.
- Sofroniou, A. and Bishop, S. (2014) 'Water Scarcity in Cyprus: A Review and Call for Integrated Policy', *Water 2014, Vol. 6, Pages 2898-2928*, 6(10), pp. 2898–2928. doi: 10.3390/W6102898.
- Sturrock, R. N. *et al.* (2011) 'Climate change and forest diseases', *Plant Pathology*, 60(1), pp. 133–149. doi: 10.1111/j.1365-3059.2010.02406.x.
- Sundseth, K. (2010) 'Natura 2000 in the Mediterranean Region'. European Commission, Environment Directorate General. Available at: <https://data.europa.eu/doi/10.2779/77695>.
- Talavera, G., Espadaler, X. and Vila, R. (2015) 'Discovered just before extinction? The first endemic ant from the Balearic Islands (*Lasius balearicus* sp. nov.) is endangered by climate change', *Journal of Biogeography*, 42(3), pp. 589–601. doi: 10.1111/JBI.12438.
- Torres, C. *et al.* (2021) 'Climate change and its impacts in the Balearic Islands: a guide for policy design in Mediterranean regions', *Regional Environmental Change*, 21(4), p. 107. doi: 10.1007/s10113-021-01810-1.
- Turner, B. L. *et al.* (2003) 'A framework for vulnerability analysis in sustainability science', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(14), pp. 8074–8079. doi: 10.1073/pnas.1231335100.
- Vandarakis, D. *et al.* (2021) 'Assessment of the Coastal Vulnerability to the Ongoing Sea Level Rise for the Exquisite Rhodes Island (SE Aegean Sea, Greece)'. doi:

10.3390/w13162169.

Varela, M. R. *et al.* (2019) 'Assessing climate change associated sea-level rise impacts on sea turtle nesting beaches using drones, photogrammetry and a novel GPS system', *Global Change Biology*, 25(2), pp. 753–762. doi: <https://doi.org/10.1111/gcb.14526>.

Varotsos, K. V *et al.* (2021) 'Near future climate change projections with implications for the agricultural sector of three major Mediterranean islands', *Regional Environmental Change*, 21(16). doi: 10.1007/s10113-020-01736-0/Published.

Veron, S. *et al.* (2019) 'Vulnerability to climate change of islands worldwide and its impact on the tree of life', *Scientific Reports 2019 9:1*, 9(1), pp. 1–14. doi: 10.1038/s41598-019-51107-x.

VijayaVenkataRaman, S., Iniyan, S. and Goic, R. (2012) 'A review of climate change, mitigation and adaptation', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), pp. 878–897. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.09.009>.

Vogiatzakis, I. N., Mannion, A. M. and Sarris, D. (2016) 'Mediterranean island biodiversity and climate change: the last 10,000 years and the future', *Biodiversity and Conservation*, 25, pp. 2597–2627. doi: 10.1007/s10531-016-1204-9.

Weiskopf, S. R. *et al.* (2020) 'Climate change effects on biodiversity, ecosystems, ecosystem services, and natural resource management in the United States', *Science of The Total Environment*, 733, p. 137782. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137782>.

Willis, C. G. *et al.* (2008) 'Phylogenetic patterns of species loss in Thoreau's woods are driven by climate change', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(44), pp. 17029–17033. doi: 10.1073/pnas.0806446105.

Yin, J. *et al.* (2023) 'Potential impacts of ocean warming on the trophic control of a threatened marine ecosystem', *Progress in Oceanography*, 211, p. 102976. doi: 10.1016/J.POCEAN.2023.102976.

Zacharias, I. *et al.* (2007) 'Overview of temporary ponds in the Mediterranean region: Threats, management and conservation issues', *Journal of Environmental Biology*, 28(1), pp. 1–9.

Zacharias, I. and Zamparas, M. (2010) 'Mediterranean temporary ponds. A disappearing ecosystem', *Biodiversity and Conservation*, 19(14), pp. 3827–3834. doi: 10.1007/S10531-

010-9933-7/METRICS.

Zhao, C. *et al.* (2017) 'Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(35), pp. 9326–9331. doi: 10.1073/pnas.1701762114.

Zhao, C. *et al.* (2018) 'Adaptation and mitigation for combating climate change – from single to joint', *Ecosystem Health and Sustainability*, 4(4), pp. 85–94. doi: 10.1080/20964129.2018.1466632.

Δεληπέτρου Πηνελόπη (2007) 'Σχέδιο Παρακολούθησης για τον οικότοπο «Μεσογειακά Εποχιακά Λιμνία»'. Αθήνα: Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Δεληπέτρου Πηνελόπη (2010) *Οδηγός Αναγνώρισης και Χαρτογράφησης Οικοτόπων του Παραρτήματος 1 Οδηγία 92/43/ΕΟΚ στην Κύπρο*. Αθήνα.

Δημόπουλος, Π., Παντής Ι.Δ., Τζανουδάκης Σ., Βαγενάς Δ. (2008) *Αειφορική διαχείριση προστατευόμενων περιοχών*, Εκδόσεις Παππάς, Αθήνα

Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2020), *Στρατηγική της ΕΕ για τη βιοποικιλότητα με ορίζοντα το 2030.Επαναφορά της φύσης στη ζωή μας*, Βρυξέλλες

Τμήμα Περιβάλλοντος (2017), *Εθνική στρατηγική για προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή*, Υπουργείο Γεωργίας, Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Κύπρος

Παράρτημα Δ - Report format on the 'main results of the surveillance under Article 11' for Annex I habitat types (2013-2018)  
[https://cdr.eionet.europa.eu/Converters/run\\_conversion?file=cy/eu/art17/envxw\\_f9q/CY\\_habitats\\_reports-20190826-075934.xml&conv=589&source=remote#3170MED](https://cdr.eionet.europa.eu/Converters/run_conversion?file=cy/eu/art17/envxw_f9q/CY_habitats_reports-20190826-075934.xml&conv=589&source=remote#3170MED)