



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ ΜΕ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ
ΥΓΕΙΑ»**

**MSc: “ENVIRONMENT AND HEALTH. MANAGEMENT OF
ENVIRONMENTAL HEALTH EFFECTS”**

Διευθυντής ΠΜΣ

Νικόλαος Καβαντζάς, Καθ. Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ

«Δυνητικά οφέλη για την υγεία από τη διατήρηση της βιοποικιλότητας»

“Potential health benefits from biodiversity conservation”

Όνοματεπώνυμο: **Δήμητρα Κορμπά**

Αρ. μητρώου: **7450262300005**

Επάγγελμα ή Ιδιότητα: **Ιστορικός - Αρχαιολόγος**

Επιβλέπων ΜΔΕ: Σωτήριος Μάιπας, Δρ., Φυσικός, Εντεταλμένος Διδάσκων, Ιατρική Σχολή

ΕΚΠΑ

ΑΘΗΝΑ 2025



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ ΜΕ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ
ΥΓΕΙΑ»**

**MSc: “ENVIRONMENT AND HEALTH. MANAGEMENT OF
ENVIRONMENTAL HEALTH EFFECTS”**

Διευθυντής ΠΜΣ

Νικόλαος Καβαντζάς, Καθ. Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ

«Δυνητικά οφέλη για την υγεία από τη διατήρηση της βιοποικιλότητας»

“Potential health benefits from biodiversity conservation”

Όνοματεπώνυμο: **Δήμητρα Κορμπά**

Αρ. μητρώου: **7450262300005**

Επάγγελμα ή Ιδιότητα: **Ιστορικός - Αρχαιολόγος**

Τριμελής επιτροπή

Επιβλέπων: Σωτήριος Μάιπας, Δρ., Φυσικός, Εντεταλμένος Διδάσκων, Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ

Μέλος: Ιωάννα Γιαννοπούλου, Δρ., Βιολόγος, ΕΔΙΠ, Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ

Μέλος: Ανδρέας Χ. Λάζαρης, Καθηγητής, Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ

ΑΘΗΝΑ 2025

ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ

Έχοντας πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικής ιδιοκτησίας, δηλώνω ότι είμαι αποκλειστική συγγραφέας της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Δηλώνω, επίσης, ότι αναλαμβάνω όλες τις συνέπειες, όπως αυτές νομίμως ορίζονται, στην περίπτωση που διαπιστωθεί διαχρονικά ότι η εργασία μου αυτή ή τμήμα αυτής αποτελεί προϊόν λογοκλοπής.

Περιεχόμενα

Περίληψη	6
Abstract	7
1 Εισαγωγή.....	8
2 Μεθοδολογία	9
2.1 Εισαγωγή	9
2.2 Μεθοδολογική προσέγγιση	9
3 Ορισμοί.....	10
4 Γενετική Ποικιλότητα.....	11
4.1 Διαταραχή γενετικής ποικιλότητας	11
4.2 Συνέπειες διαταραχής γενετικής ποικιλότητας.....	12
4.3 Διατήρηση γενετικής ποικιλότητας	13
4.4 Δυνητικές αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου.....	13
5 Ποικιλότητα Ειδών.....	15
5.1 Διαταραχή ποικιλότητας ειδών.....	15
5.1.1 Φυσικοί Παράγοντες.....	16
5.1.2 Ανθρωπογενείς Παράγοντες	16
5.2 Συνέπειες διαταραχής ποικιλότητας ειδών	16
5.3 Διατήρηση ποικιλότητας ειδών.....	17
5.4 Δυνητικές αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου.....	18
6 Ποικιλότητα Οικοσυστημάτων	20
6.1 Διαταραχή ποικιλότητας οικοσυστημάτων	21
6.2 Συνέπειες διαταραχής ποικιλότητας οικοσυστημάτων	22
6.3 Διατήρηση ποικιλότητας οικοσυστημάτων	23
6.4 Δυνητικές αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου.....	25
7 Λειτουργική Ποικιλότητα	27
7.1 Διαταραχή λειτουργικής ποικιλότητας.....	28
7.2 Συνέπειες διαταραχής λειτουργικής ποικιλότητας	29
7.3 Διατήρηση λειτουργικής ποικιλότητας.....	29
7.4 Δυνητικές αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου.....	30
8 Διατήρηση Βιοποικιλότητας.....	31
8.1 Καθορίζοντας προτεραιότητες.....	31
8.2 Ο ρόλος της τεχνολογίας.....	32
8.3 Ex situ και in vitro παρεμβάσεις.....	32
8.4 Πρόσθετες σημειώσεις	34

9	Δυνητικά Οφέλη για την Υγεία.....	35
9.1	Σωματική υγεία.....	35
9.1.1	Αποτροπή μετάδοσης νοσημάτων.....	35
9.1.2	Οικοσυστημικές Υπηρεσίες.....	35
9.1.3	Ποιότητα του Αέρα.....	36
9.1.4	Καθαρότητα Νερού.....	36
9.1.5	Ασφάλεια των τροφίμων.....	36
9.1.6	Φαρμακευτική Επιστήμη.....	37
9.1.7	Μικροκλίμα – Αντιμετώπιση θερμοπληξίας.....	37
9.1.8	Περιορισμός έκθεσης σε ηχητικούς ρύπους.....	38
9.1.9	Παιδιά και Περιβάλλον.....	39
9.2	Ψυχική υγεία.....	39
9.2.1	Παιδιά, φύση και ψυχική υγεία.....	39
9.2.2	Διασύνδεση με τη φύση.....	40
9.2.3	Κοινωνικά οφέλη.....	40
9.2.4	Stress.....	41
9.2.5	Θεραπευτικές παρεμβάσεις.....	41
9.2.6	Καθημερινότητα και πρόσβαση.....	42
10	Πολιτικές υγείας και Βιοποικιλότητα.....	44
11	Συζήτηση.....	46
12	Συμπεράσματα.....	48
13	Βιβλιογραφία.....	52
13.1	Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.....	52
13.2	Ελληνική Βιβλιογραφία.....	65
13.3	Πηγές εικόνων.....	65

Περίληψη

Η βιοποικιλότητα αποτελεί θεμέλιο ισορροπίας στη σχέση ανθρώπου και φύσης. Η επάρκειά της καθορίζει το μέλλον του ανθρώπου και του ίδιου του πλανήτη. Σαν έννοια είναι σύνθετη και περίπλοκη στον ορισμό, όμως το κυριότερο χαρακτηριστικό της είναι οι τέσσερις συνιστώσες, που την καθορίζουν, δηλαδή η γενετική ποικιλότητα, η ποικιλότητα των ειδών, η ποικιλότητα των οικοσυστημάτων και η λειτουργική ποικιλότητα. Όταν αυτές επηρεάζονται, είτε από φυσικά φαινόμενα, είτε από ανθρωπογενείς παράγοντες, διαταράσσεται η βιοποικιλότητα και συνεπώς, η ευζωία του ανθρώπου. Τα δυνητικά οφέλη για την υγεία του ανθρώπου από τη διατήρηση της βιοποικιλότητας είναι σημαντικά σε επίπεδο σωματικής και ψυχικής υγείας. Κάποια από αυτά είναι η αποτροπή μετάδοσης νοσημάτων, η παροχή φυσικών πόρων, η καθαρότητα και επάρκεια νερού και τροφίμων, η πρόοδος της φαρμακευτικής επιστήμης, η μείωση των επιπέδων stress, τα κοινωνικά οφέλη και η θετική επιρροή που έχει η φύση στους νέους. Η διατήρηση της βιοποικιλότητας αποτελεί προτεραιότητα των οικολογικών επιστημόνων. Για την επίτευξη του στόχου απαιτείται η συνεργασία των υπευθύνων πολιτικής της υγείας, όπως και των επαγγελματιών υγείας. Τα οφέλη είναι βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα. Προκύπτει αποφόρτιση των συστημάτων υγείας, αποκατάσταση της ισορροπίας στα φυσικά περιβάλλοντα και αποκατάσταση της σχέσης ανθρώπου και φύσης.

Λέξεις κλειδιά: Βιοποικιλότητα, Γενετική Ποικιλότητα, Ποικιλότητα των Ειδών, Ποικιλότητα των Οικοσυστημάτων, Λειτουργική Ποικιλότητα, Ρύπανση, Κλιματική Αλλαγή, Διατήρηση Βιοποικιλότητας, Πολιτικές Υγείας.

Abstract

Biodiversity is the cornerstone in the balance between human and nature. Its adequacy determines the future of man and the planet itself. As a concept it is complex and complicated to define, but its main characteristic is the four components that define it, genetic diversity, species diversity, ecological diversity and functional diversity. When these are affected, either by natural phenomena or by anthropogenic factors, biodiversity and therefore human well-being are disrupted. The impact to human health from the conservation of biodiversity is significant in terms of physical and mental health. Preventing the transmission of diseases, providing resources, the purity and sufficiency of water and food, the advancement of pharmaceutical science, the reduction of stress levels, the social benefits and the positive influence that nature has on young people, are some of them. Conservation of biodiversity is a priority for ecological scientists. Achieving the goal requires the cooperation of health policy makers as well as health professionals. The benefits are short term and long term. They include mitigation of pressure on healthcare systems, restoration of balance in natural environments and restoration of the relationship between man and nature.

Key words: Biodiversity, Genetic Diversity, Species Diversity, Ecological Diversity, Functional Diversity, Pollution, Climate Change, Biodiversity Conservation, Health Policies.

1 Εισαγωγή

Η διατήρηση και προστασία της βιοποικιλότητας αποτελεί πρωταρχικό άξονα της προσπάθειας για την προστασία του περιβάλλοντος. Διαχρονικά, οι διασκέψεις κορυφής για το περιβάλλον ασχολήθηκαν με αυτό το θέμα. Η Συνθήκη για την Βιοποικιλότητα που υπεγράφη στη Διάσκεψη του Ρίο το 1992 προέβλεπε την ένταση των προσπαθειών στην κατεύθυνση της προστασίας των ειδών και την οικονομική και τεχνική υποστήριξη των κρατών, που είχαν στα εδάφη τους προστατευόμενα είδη (Ehnaals, 1993). Έκτοτε, το θέμα έχει απασχολήσει εκ νέου, με τις διασκέψεις όμως να αναλώνονται περισσότερο με το θέμα της υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Η κατανόηση του τι είναι η βιοποικιλότητα καθοδηγεί τους ιθύνοντες, που διαμορφώνουν πολιτικές, στο να υιοθετήσουν αρμόζοντα μέτρα σε θέματα διαχείρισης γης, υδάτινων πόρων, αλλά και ατμόσφαιρας (Christie et al., 2006). Μόνο εφόσον υπάρξει βαθιά κατανόηση όλων των συνιστωσών της βιοποικιλότητας και όλων των παραμέτρων, που επηρεάζει, αλλά και από τις οποίες επηρεάζεται, είναι δυνατόν να προκύψουν οι πολιτικές εκείνες, που θα εξασφαλίζουν βιώσιμη ανάπτυξη με παράλληλη προστασία του περιβάλλοντος (Pereira et al., 2013).

Η διατήρηση της βιοποικιλότητας έχει άμεσο αντίκτυπο στην υγεία του ανθρώπου. Υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις που προκύπτουν εκ της διαταραχής της και σειρά ωφελειών, όταν εκείνη προστατεύεται και ενισχύεται. Τα οφέλη που προκύπτουν αφορούν στη σωματική και ψυχική υγεία. Σημαντικά οφέλη είναι η επάρκεια ποιοτικών πόρων για την εξασφάλιση οικοσυστημικών λειτουργιών απαραίτητων στην ανθρώπινη υγεία, τα μετρήσιμα οφέλη σωματικής υγείας (πτώση Δείκτη Μάζας Σώματος, βελτίωση καρδιακής λειτουργίας κοκ) και τα οφέλη σε επίπεδο ψυχικής υγείας με την πτώση των επιπέδων άγχους και την βελτίωση γενικότερα των δεικτών (βλ. Chivian, 2002; Lovell et al., 2014; Sandifer et al., 2015; Kilpatrick et al., 2017; Aerts and Van Nieuwenhuyse, 2018; Marselle et al., 2019). Σε μία εποχή όπου τα συστήματα υγείας αναζητούν μεθόδους ενίσχυσης της υγείας των πολιτών, μέσω της πρωτοβάθμιας φροντίδας υγείας, η διατήρηση της βιοποικιλότητας αποτελεί χρήσιμο εργαλείο προς αυτή την κατεύθυνση.

2 Μεθοδολογία

2.1 Εισαγωγή

Το βασικό ερώτημα αφορά στη διασύνδεση της υγείας και ευεξίας με τη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Αρχικά διερευνώνται οι συνιστώσες της βιοποικιλότητας, με ποιους μηχανισμούς αυτές διαταράσσονται, ποιες οι συνέπειες αυτής της διαταραχής στο φυσικό περιβάλλον και ιδιαίτερα στον άνθρωπο. Εν συνεχεία, εξετάζονται οι παράμετροι σωματικής και ψυχικής υγείας, που δυνητικά μπορούν να ωφεληθούν από την προστασία της βιοποικιλότητας. Στα καταληκτικά κεφάλαια, πέρα από την εξαγωγή συμπερασμάτων, παρουσιάζονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα και για διαμόρφωση πολιτικών, στην κατεύθυνση της διασύνδεσης των συστημάτων υγείας με τη βιοποικιλότητα και τα οφέλη της.

2.2 Μεθοδολογική προσέγγιση

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση πρωτογενών και δευτερογενών πηγών. Το θέμα προσεγγίζεται εννοιολογικά. Συγκεκριμένα, επιχειρείται να εξηγηθεί επαρκώς το θεωρητικό πλαίσιο, πριν εξεταστούν οι τομείς στους οποίους καταγράφεται κέρδος εκ της διατήρησης της βιοποικιλότητας. Γίνεται απόπειρα να αναλυθεί και να εξηγηθεί επαρκώς η αξία της βιοποικιλότητας. Η βιβλιογραφική έρευνα επιτρέπει την εν τω βάθει διερεύνηση της υφιστάμενης γνώσης επί του θέματος, των προβληματισμών, όπως και των προοπτικών και την παρουσίασή τους.

Για τη συστηματική εξήγηση των ευρημάτων, η έρευνα βασίζεται και σε δευτερογενείς πηγές, όπως περιβαλλοντικές αναφορές και προσεγγίσεις θεμάτων πολιτικής της υγείας. Από εκεί προκύπτουν εμπειρικά ευρήματα, μελέτες περιπτώσεων, που βοηθούν περαιτέρω στην εννοιολογική εμβάθυνση και αποσαφήνιση. Επίσης, θέματα περιβαλλοντικής οικονομίας, οικολογίας και ανθρωπολογίας που προσεγγίζονται περιφερειακά στη βιβλιογραφία εξηγούν το εύρος της επιρροής της βιοποικιλότητας στη ζωή του ανθρώπου και το πόσο σημαντική τελικά για την υγεία και μακροημέρευση του είδους είναι η διατήρησή της. Από τις βασικές λειτουργίες των οικοσυστημάτων που καθιστούν μια περιοχή βιώσιμη (γονιμότητα εδάφους, καθαρός αέρας, καθαρό νερό, αναπαραγωγή, επικοινωνία) έως την επιρροή που έχει στον καρδιακό ρυθμό και στην ψυχική υγεία του ανθρώπου η επαφή με τη φύση, προκύπτει ότι το εύρος λειτουργιών και επιρροής του υπό εξέταση θέματος στην ανθρώπινη ζωή, είναι εντυπωσιακά μεγάλο.

3 Ορισμοί

Η βιοποικιλότητα δεν περιλαμβάνει μόνο όλα τα είδη και την ιστορική τους εξέλιξη. Περιλαμβάνει όλες τις γενετικές παραλλαγές των ειδών εντός ενός πληθυσμού. Περιλαμβάνει ακόμη την κατανομή των ειδών σε ένα οικοσύστημα, όσο μικρό ή μεγάλο μπορεί να είναι αυτό (Gaston and Spicer, 2013).

Ο Knopf (1992) ανέφερε ότι οι ορισμοί της βιοποικιλότητας ποικίλουν τόσο, όσο και οι βιολογικοί πόροι που καλούνται να ορίσουν. Οι Schwarz et al. (1976) όρισαν ως βιοποικιλότητα «το σύνολο των διαφόρων ειδών, που υφίστανται σε μια περιοχή». Ενώ οι Spellerberg and Hargreaves (1992) κατέληξαν στη διατύπωση ότι η βιοποικιλότητα είναι η μεταβλητότητα και ποικιλομορφία της φύσης. Σύμφωνα με τον Wilson (1988) η βιοποικιλότητα ορίζεται ως «η ποικιλία της ζωής, σε όλες της τις μορφές και συνδυασμούς». Όλοι αυτοί οι ορισμοί έχουν μια κοινή συνισταμένη, τη γενικότητα. Αυτή η γενικότητα δημιουργεί το εξής παράδοξο: ο ορισμός μπορεί να γίνει κατανοητός μόνο εφόσον το φαινόμενο μελετηθεί σε μικρο-επίπεδο, στο πλαίσιο ενός είδους, μιας κοινότητας ή ενός οικοσυστήματος. Προφανώς όμως, η μελέτη, αναλόγως σε τι περιβάλλον αφορά, έχει διαφορετικές μεθόδους μέτρησης και ανάλυσης.

Ο ορισμός που υπερίσχυσε, είναι ο ορισμός που περιλαμβάνεται στα συμπεράσματα της σύμβασης που υπογράφηκε στο πλαίσιο της Διάσκεψης του ΟΗΕ για το περιβάλλον και την κλιματική αλλαγή (Riitters 1992). Σύμφωνα με αυτόν, ως Βιολογική Ποικιλότητα ορίζεται η ποικιλομορφία που εμφανίζεται ανάμεσα στους ζωντανούς οργανισμούς όλων των ειδών, των χερσαίων, θαλάσσιων και άλλων υδάτινων οικοσυστημάτων και οικολογικών συμπλεγμάτων στα οποία οι οργανισμοί αυτοί ανήκουν (ΟΗΕ, 1992).

Ο ορισμός περιλαμβάνει την ποικιλότητα μέσα σε ένα είδος, όπως και εκείνη μεταξύ διαφορετικών ειδών και οικοσυστημάτων (Miller and Spoolman, 2024). Αυτή, η τελευταία παρατήρηση οδηγεί στη διάκριση τεσσάρων επιπέδων βιοποικιλότητας:

- Γενετική Ποικιλότητα (εντός ενός είδους)
- Ποικιλότητα των Ειδών (μεταξύ διαφορετικών ειδών)
- Ποικιλότητα Οικοσυστημάτων (ποικιλία χερσαίων και υδάτινων οικοσυστημάτων)
- Λειτουργική Ποικιλότητα (DeLong, 1996; Gaston and Spicer, 2002).

Ιδιαίτερης αναφοράς χρήζει η λειτουργική ποικιλότητα. Η λειτουργική ποικιλότητα έχει να κάνει με το εύρος των λειτουργιών που λαμβάνουν χώρα σε ένα οικοσύστημα. Αφορά στις σχέσεις μεταξύ των ατόμων ενός είδους, στις σχέσεις μεταξύ των ειδών, αλλά και στις σχέσεις μεταξύ ολόκληρων οικοσυστημάτων. Αποτελεί ουσιαστικά τον συνδυασμό κρίκο ανάμεσα στα τρία άλλα επίπεδα της Βιοποικιλότητας (Song et al., 2014).

Συμπερασματικά, θα μπορούσε να πει κανείς σε σχέση με τον ορισμό της βιοποικιλότητας ότι η ζωή είναι περίπλοκη και ο όρος «βιοποικιλότητα», αν χρησιμοποιηθεί σωστά, δύναται να αποδώσει αυτή την πολυπλοκότητα (Pennekamp et al., 2018).

4 Γενετική Ποικιλότητα

Η γενετική ποικιλότητα, αν και πολλές φορές μη προφανής, είναι ο ακρογωνιαίος λίθος της βιοποικιλότητας και των συνιστωσών αυτής. Εντός ενός είδους, η γενετική ποικιλότητα επιφέρει φαινοτυπικές διαφορές, όσο μικρές ή μεγαλύτερες μπορεί να είναι αυτές (Stange et al., 2021). Η γενετική ποικιλότητα συνεπώς έχει να κάνει με την ποικιλία και μεταβλητότητα του γενετικού υλικού, μεταξύ ατόμων του ίδιου είδους. Είναι θεμελιώδης άξονας επιβίωσης και εξέλιξης, καθώς οξύνει τους μηχανισμούς αντίδρασης σε ασθένειες, τους μηχανισμούς προσαρμοστικότητας σε περιβαλλοντικές αλλαγές και τους μηχανισμούς επιβίωσης, έναντι ασθενειών ή παθογόνων (Neel and Cummings, 2003; Theissinger et al., 2023). Η γενετική ποικιλότητα προκύπτει από μεταλλάξεις και από τον ανασυνδυασμό των γονιδίων κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής (Lacy, 1987).

Στα οικοσυστήματα, όπου η γενετική ποικιλία είναι μικρή, οι πληθυσμοί τείνουν να είναι λιγότερο ανθεκτικοί σε περιβαλλοντικές αλλαγές, όπως είναι διάφορα νοσήματα, η ρύπανση και οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ένα είδος νυχτοπεταλούδας στην Αγγλία, η οποία έχει γκρι απόχρωση. Όταν αναπαύεται στους κορμούς των δέντρων η απόχρωσή της καθορίζει το βαθμό απόκρυψής της από τους κυνηγούς της. Με την περιβαλλοντική ρύπανση, σταδιακά εξαφανίστηκαν οι γκρι λειχήνες, που κάλυπταν τους κορμούς των δέντρων και οι γκρι νυχτοπεταλούδες γίνονταν εύκολος στόχος. Παρατηρήθηκε λοιπόν, συν τω χρόνω, σταδιακή αλλαγή στην αριθμητική ισορροπία των εντόμων και επικράτηση του μαύρου χρώματος. Τα τελευταία έτη, με την εντατικοποίηση των πολιτικών προστασίας του περιβάλλοντος, που επέβαλε η Μεγάλη Βρετανία, παρατηρείται επανεμφάνιση των γκρι λειχήνων στα δέντρα και ακολούθως μια εκ νέου αλλαγή στο ισοζύγιο γκρι και μαύρων πεταλούδων. Η ύπαρξη δύο αποχρώσεων, εξ αιτίας της γενετικής ποικιλότητας, εξασφάλισε την επιβίωση του είδους (Μελιάδου, 2000).

Η επιστημονική κοινότητα επίσης μπορεί να παρέμβει σε γονιδιακό επίπεδο και να επηρεάσει τη γενετική ποικιλότητα στην προσπάθειά της να αποδώσει σε πληθυσμούς επιθυμητά χαρακτηριστικά (Salgotra and Chauhan, 2023). Σε κάποιο φυτό, λόγου χάρη, μπορεί να γίνει παρέμβαση και να είναι πιο ανθεκτικό σε συνθήκες ξηρασίας ή σε κάποιο παθογόνο.

4.1 Διαταραχή γενετικής ποικιλότητας

Οι διαταραχές γενετικής ποικιλότητας, που προκύπτουν αφορούν στη μείωση της ποικιλίας των γενετικών χαρακτηριστικών ενός πληθυσμού ή είδους. Οι συνθήκες εκείνες που ευνοούν αυτή τη διαταραχή είναι πολυπαραγοντικές.

1. Αρχικά, έχουμε τη γενετική απομόνωση. Η γεωγραφική απομόνωση ενός πληθυσμού μικραίνει κατά πολύ τη δεξαμενή, από την οποία θα προκύψουν οι συνδυασμοί γονιδίων, με αποτέλεσμα τη μείωση της γενετικής ποικιλότητας. Επίσης, όταν ένας πληθυσμός μειώνεται απότομα σε αριθμό, χάνονται γονιδιακά στοιχεία ποικιλομορφίας (Bickham et al., 2000). Αυτή η μείωση μπορεί να οφείλεται σε κάποια ασθένεια ή στην παρέμβαση του ανθρωπίνου παράγοντα (υπεραλίευση, υπερθηρία κοκ) (Kennington, 2003).
2. Ένας άλλος παράγοντας είναι η εγγενής αναπαραγωγή. Όταν δηλαδή η αναπαραγωγή προκύπτει από στενής συγγένειας άτομα, που διαβιούν εντός μικρών πληθυσμών. Σε

αυτή την περίπτωση δεν «καταπιέζονται» επιβλαβή, υπολειπόμενα χαρακτηριστικά και δεν υπάρχει μεγάλη ποικιλία στα συναλλασσόμενα γονίδια (Reed and Frankham, 2003). Αξίζει να αναφερθεί και η εισαγωγή νέων ειδών σε ένα οικοσύστημα, τα οποία διασταυρούμενα με τα υφιστάμενα άτομα ενός είδους, μπορεί να οδηγήσουν στην απώλεια κάποιων αρχέγονων γονιδιακών χαρακτηριστικών (Tsutsui et al., 2003).

3. Επίσης, ο παράγοντας άνθρωπος μπορεί να επηρεάσει αυτή τη διαδικασία, όταν ασκεί πίεση σε κάποια είδη, ώστε να αναπαράγονται άτομα με συγκεκριμένα μόνο χαρακτηριστικά (Narain, 2000).
4. Τέλος, διαταραχή της γενετικής ποικιλότητας προκύπτει από την αποσταθεροποίηση ή τον κατακερματισμό ενός οικοσυστήματος (Stange, 2021). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η οξίνιση των ωκεανών, φαινόμενο κατά το οποίο, λόγω αυξημένων δραστηριοτήτων του ανθρώπου και κυρίως της καύσης ορυκτών καυσίμων, παράγεται αυξημένο CO₂, το οποίο διαλύεται στο θαλασσινό νερό και αλλάζει τη χημική του σύνθεση. Η διαταραχή της ισορροπίας του θαλασσινού νερού, με συνέπεια την αύξηση της οξύτητας (μείωση δηλαδή του pH) αποτελεί σοβαρή απειλή για τη θαλάσσια ζωή. Συγκεκριμένα, τα όξινα νερά διαλύουν το ανθρακικό ασβέστιο, στοιχείο απαραίτητο για τον σχηματισμό του κελύφους των κοραλλιών, των οστρακοειδών και του πλαγκτόν. Έτσι απειλούνται ή και καταστρέφονται θαλάσσια οικοσυστήματα με τεράστιες για τον άνθρωπο και τον πλανήτη συνέπειες (Archer, 2004).

4.2 Συνέπειες διαταραχής γενετικής ποικιλότητας

Η διαταραχή της γενετικής ποικιλότητας σε πληθυσμούς μειώνει την ικανότητά τους να εξελιχθούν και να αντιμετωπίσουν τις περιβαλλοντικές προκλήσεις που προκύπτουν. Στην περίπτωση της οξίνισης των ωκεανών, όπως αναφέρθηκε, οι απειλές δεν είναι τοπικές, καθώς οι ωκεανοί και η ατμοσφαιρική κυκλοφορία μεταφέρουν τις συνέπειες της οξίνισης σε όλο τον πλανήτη και η καταστροφή οικοσυστημάτων μπορεί να συμβεί παντού. Με αυτό τον τρόπο, αυξάνονται οι πιθανότητες εξαφάνισης ειδών (Doney et al., 2009). Πιο συγκεκριμένα, η γενετική ποικιλότητα περιγράφεται, ως χαμηλή, όταν ανιχνεύονται λίγες μόνο μεταλλάξεις εντός του DNA ενός είδους. Χαμηλή γενετική ποικιλότητα σημαίνει περιορισμένη ποικιλία αλληλόμορφων γονιδίων, άρα, μικρές έως μηδαμινές διαφορές μεταξύ των ατόμων του είδους. Κατά συνέπεια, χάνεται η προσαρμοστικότητα σε αλλαγές στο περιβάλλον (Bickham et al., 2000).

Διαταραχή της γενετικής ποικιλότητας, όπως ειπώθηκε, έχουμε συχνά όταν αποσταθεροποιείται ένα οικοσύστημα και κατακερματίζεται. Σε αυτή την περίπτωση, οι πληθυσμοί συρρικνώνονται και συν τω χρόνω χάνονται αλληλόμορφα γονίδια. Επίσης λιγοστεύουν οι επιλογές αναπαραγωγικού συντρόφου. Εν τέλει, τα άτομα αυτού του μικρού και κλειστού πληθυσμού θα αναπαραχθούν με συγγενικό άτομο με απώτερο αποτέλεσμα τον ομομικτικό υποβιβασμό (Neel, 2003). Όταν πλέον η γενετική ποικιλότητα είναι πολύ χαμηλή, τότε προκύπτει ανησυχία και για την επιβίωση του είδους.

4.3 Διατήρηση γενετικής ποικιλότητας

Η διατήρηση της γενετικής ποικιλότητας είναι κρίσιμη για την προστασία της βιοποικιλότητας και την υγεία των οικοσυστημάτων. Αρχικά, πρέπει να δοθεί βάρος στην διατήρηση των υφισταμένων πληθυσμών και τη διακοπή περαιτέρω απωλειών. Σε αυτή την κατεύθυνση, προτείνεται η προστασία των φυσικών οικοτόπων και ει δυνατόν, η επανένωση οικοτόπων, που διαταράχθηκε η συνέχειά τους από τον ανθρώπινο παράγοντα (Coker, 2017). Με αυτό τον τρόπο, θα επανενωθούν πληθυσμοί και θα υπάρξει νέα γονιδιακή «δεξαμενή» αναπαραγωγής.

Ο άνθρωπος είναι υπεύθυνος για δράσεις που επηρεάζουν αρνητικά τη γενετική ποικιλότητα. Άρα σε ένα πρώτο επίπεδο, η ελαχιστοποίηση της παρεμβατικότητας του στη φύση φαντάζει ως μέρος της λύσης του προβλήματος. Παρατηρείται όμως και το εξής αντιφατικό: πολλές διορθωτικές κινήσεις, αφορούν σε ανθρώπινες παρεμβάσεις. Επί παραδείγματος, κάποια είδη μπορούν να επανεισαχθούν σε ένα οικοσύστημα, στο οποίο υπήρχαν παλαιότερα και αυτό μπορεί να επιφέρει επάνοδο σε μια ισορροπία. Επίσης προγράμματα αναπαραγωγής μπορεί να εφαρμοστούν στοχευμένα σε είδη που χρήζουν βοήθειας και τέλος μπορεί να γίνουν παρεμβάσεις στην κατεύθυνση της απομάκρυνσης βλαβερών οργανισμών (Stange, 2021).

4.4 Δυνητικές αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου

Όταν η γενετική ποικιλότητα σε ένα πληθυσμό διαταράσσεται, προκύπτει μια αντίδραση η οποία καταλήγει και στον άνθρωπο. Η γενετική ποικιλότητα προστατεύει τα οικοσυστήματα και τις γεωργικές καλλιέργειες. Τα οικοσυστήματα, ελλείψει γενετικής ποικιλότητας αποδυναμώνονται. Γίνονται ευάλωτα σε πολλούς κινδύνους και εμφανίζουν μείωση στους αριθμούς των πληθυσμών τους (Hughes et al., 2008). Αυτή η μείωση επηρεάζει και τον άνθρωπο σε διατροφικό επίπεδο, σε επίπεδο ευαλωτότητας σε νόσους και στο επίπεδο υποβάθμισης των οικοσυστημικών λειτουργιών, που είναι απαραίτητες για την υγεία και την ευημερία του ανθρώπου (Begna et al., 2022).

Επιπρόσθετα, ελλείψει γενετικής ποικιλότητας, προκύπτουν ευνοϊκές συνθήκες για την επικράτηση ζιζανίων και παρασίτων και επίσης γίνεται πολύ πιο εύκολη η μετάδοση ασθενειών (Bickham et al., 2000). Αυτό επηρεάζει μαζικά τις γεωργικές παραγωγές και εμποδίζεται η πρόσβαση του ανθρώπου σε υγιεινά και ποιοτικά τρόφιμα. Πολλές φορές, επίσης, επιβάλλεται η χρήση αντιβιοτικών για τον έλεγχο μιας νόσου σε ζωικούς ή φυτικούς πληθυσμούς, γεγονός που επιφέρει ανθεκτικότητα σε αυτά (Maillard and Gonzalez, 2006).

Διφορούμενη παράμετρο αποτελεί η καλλιέργεια γενετικά τροποποιημένων φυτών (ΓΤΦ). Η βιβλιογραφία δεν είναι καταληκτική για το βαθμό επιρροής της καλλιέργειάς τους στην βιοποικιλότητα, αλλά κάποιοι κίνδυνοι είναι επαρκώς συνδεδεμένοι. Προκύπτει επαρκής σύνδεση μεταξύ των ΓΤΦ και της εμφάνισης ποικιλιών ζιζανίων ανθεκτικών στα ζιζανιοκτόνα (Tsatsakis et al., 2017). Αυτό δημιουργεί σημαντικά προβλήματα στα οικοσυστήματα και συνεπώς στη βιοποικιλότητα μίας περιοχής. Επίσης, προκύπτει μία αφύσικη ροή γονιδίων με επιρροή στη γενετική ποικιλότητα. Είδη που δεν αποτελούν μέρος της παρέμβασης επηρεάζονται και τέλος, διαταράσσεται η υφιστάμενη ισορροπία του οικοσυστήματος (Noack et al., 2024). Ένας δεύτερος άξονας έρευνας κινείται εκ παραλλήλου, στην προσπάθεια να

προκύψουν σαφή συμπεράσματα για το αν τα ΓΤΦ βλάπτουν την υγεία του ανθρώπου. Το θέμα χρήζει περαιτέρω μελέτης, ώστε να καταστεί σαφές, εάν και με ποιους όρους, αυτό το εργαλείο κάλυψης σημαντικών διατροφικών αναγκών μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τρόπο που δεν θα δημιουργεί προβλήματα είτε στην βιοποικιλότητα των οικοσυστημάτων, είτε στην ανθρώπινη υγεία (Ozkok, 2015).

Μία ακόμα παράμετρος, που αφορά στην τροφή, είναι η απώλεια θρεπτικής αξίας σε αυτές. Τα είδη που αποτελούν μέρος της ανθρώπινης διατροφικής αλυσίδας εξελίσσονται γονιδιακά σε πιο βασικές, απλές δομές και παρατηρούνται απώλειες σε επίπεδο βιταμινών και μικρο-θρεπτικών στοιχείων (Begna et al., 2022). Ο αντίκτυπος στο ανοσοποιητικό σύστημα του ανθρώπου από μία τέτοια εξέλιξη είναι μεγάλος. Η βιοποικιλότητα εξασφαλίζει την πρόσβαση σε επαρκείς πρώτες ύλες για την παραγωγή φαρμάκων. Με τη διαταραχή της γενετικής ποικιλότητας απλοποιούνται οι δομές και χάνονται γενετικοί συνδυασμοί στη φύση που θα μπορούσαν να αποτελέσουν επιλογές στην αντιμετώπιση νοσημάτων τώρα και στο μέλλον. Η απώλεια γενετικής ποικιλότητας οδηγεί στην υποβάθμιση των οικοσυστημικών λειτουργιών, όπως ο καθαρισμός του αέρα και του νερού, η γονιμοποίηση των καλλιεργειών και η ρύθμιση του κλίματος. Είναι σαφές ότι η οποιαδήποτε υποβάθμιση αυτών των υπηρεσιών συνδέεται με υποβάθμιση της δημόσιας υγείας (Salgotra, 2023).

5 Ποικιλότητα Ειδών

Η ποικιλότητα ειδών είναι η δεύτερη συνιστώσα της βιοποικιλότητας, η οποία εν μέρει δύναται να συγγέεται με τη γενετική ποικιλότητα. Αυτό που τις διαφοροποιεί είναι ότι η γενετική ποικιλότητα αφορά σε διαφοροποιήσεις γενετικού υλικού μεταξύ των ατόμων ενός είδους, ενώ η ποικιλότητα ειδών αφορά στην ποικιλία και αφθονία των εκατομμυρίων ειδών ζωής που υπάρχουν στον πλανήτη ή σε ένα συγκεκριμένο οικοσύστημα υπό μελέτη (Kiester, 2013). Τι είναι «είδος» λοιπόν; Κάθε έμβιο ον είναι διαφορετικό από όλα τα άλλα. Υπάρχουν όμως κάποια άτομα, που μεταξύ τους παρουσιάζουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά. Κάθε τέτοια ομάδα, αποτελεί ένα «είδος». Ομοίως, είδη που μοιράζονται κοινά χαρακτηριστικά συγκροτούν ένα «γένος». Η ταξινόμηση αυτή συνεχίζεται με τις «οικογένειες», τα «φύλα» και τέλος τα «βασιλεία». Αυτή η ταξινόμηση ανέκαθεν αποτελούσε το κλειδί μελέτης του περιβάλλοντος. Αριθμητικά, οι επιστήμονες δεν έχουν καταλήξει ούτε κατά προσέγγιση στον αριθμό των ειδών που υπάρχουν (Costello, 2020).

Το κάθε είδος έχει κάποιο ρόλο, μια μοναδική αξία, η οποία δεν θα πρέπει να καθορίζεται σύμφωνα με τη σημασία, που έχει αυτό το είδος για τον άνθρωπο, αλλά με τη σημασία, που έχει για τη φύση γενικά. Υπάρχουν κάποια είδη, που αντικειμενικά έχουν θεμελιώδη ρόλο-κλειδί στην επιβίωση ενός οικοσυστήματος και ονομάζονται «οικολογικά σημαντικά» (Shukla, 2023). Ως τέτοια είδη χαρακτηρίζονται είδη, που κατ' αρχήν είναι σε μεγάλη αφθονία σε ένα συγκεκριμένο οικοσύστημα, οπότε και είναι προφανές ότι θα επηρεάζουν τα τεκταινόμενα σε αυτό. Μία δεύτερη κατηγορία αφορά σε είδη με μεγαλύτερο οικολογικό ρόλο, ανεξαρτήτως αφθονίας. Αυτά τα είδη έχουν μια μεγαλύτερη συνεισφορά στη διαμόρφωση του status quo του οικοσυστήματος (π.χ. θηρευτές). Η μελέτη των θεμελιωδών ειδών είναι μια διαδικασία σε συνεχή εξέλιξη και γνωρίζουμε ελάχιστα για την ταυτότητα και τον ρόλο αυτών των ειδών. Η ποικιλότητα ειδών λοιπόν, ως συνιστώσα της βιοποικιλότητας, σε ένα οικοσύστημα, ουσιαστικά αφορά στην υφιστάμενη ποικιλία ζωντανών οργανισμών σε αυτό. Περιλαμβάνει όλα τα είδη που διαβιούν σε αυτό το περιβάλλον. Η ποικιλότητα ειδών αποτελεί δείκτη υγείας του οικοσυστήματος και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες (υφιστάμενες κλιματικές συνθήκες, γεωγραφία περιοχής, ανθρώπινος παράγοντας). Υψηλή ποικιλότητα ειδών ισούται με ανθεκτικότερα οικοσυστήματα, καθαρότερο αέρα και νερό, πιο δυναμική ανακύκλωση θρεπτικών συστατικών κοκ (Cardinale et al., 2002).

5.1 Διαταραχή ποικιλότητας ειδών

Από τις παραπάνω παρατηρήσεις προκύπτει η εξής διαπίστωση: η ισορροπία είναι πολύ ευαίσθητη και η επίδραση που μπορεί να έχει, έστω και ένα μόνο είδος, είτε εξαφανιζόμενο είτε μειούμενο, είναι τεράστια. Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα γίνει αναφορά στους παράγοντες εκείνους που μπορεί να επηρεάσουν τον αριθμό των ειδών ενός οικοσυστήματος ή την αφθονία τους. Αυτοί οι παράγοντες είναι δύο κατηγοριών: φυσικοί και ανθρωπογενείς.

5.1.1 Φυσικοί Παράγοντες

Σειρά φυσικών φαινομένων μπορούν να επηρεάσουν δραστικά την ποικιλότητα ειδών ενός οικοσυστήματος και συνεπώς την ισορροπία του (Evanno et al., 2009). Οι δασικές πυρκαγιές από μη ανθρώπινη παρέμβαση ή αιτιότητα, είναι ένα τέτοιο φαινόμενο είτε καταστρέφονται ολοσχερώς οικογένειες ειδών, είτε αναγκάζονται να μεταναστεύσουν. Το φαινόμενο των πυρκαγιών γενικότερα, με την επίταση που παρουσιάζει λόγω της κλιματικής αλλαγής, έχει αναχθεί σε πρώτη προτεραιότητα στην αντιμετώπισή του. Βέβαια, υπάρχουν και πυρκαγιές που προκαλούν αναγέννηση σε ένα δάσος (Lecina-Diaz et al., 2021).

Ένα άλλο φυσικό φαινόμενο που επιδρά στην ποικιλότητα ειδών είναι οι πλημμύρες μιας και μπορούν να αλλάξουν πλήρως τη γεωγραφία μιας περιοχής. Περιοχές που καταλαμβάνονται σταθερά από νερό αλλάζουν όλη τη σύνθεση του βιότοπου και την κατανομή των ειδών. Μια άλλη βίαιη αλλαγή μπορεί να προέλθει από τυφώνες, ανεμοθύελλες κοκ, των οποίων το βίαιο πέρασμα μπορεί ακόμα και να καταστρέψει ένα ολόκληρο οικοσύστημα (Kurica et al., 2021).

Τέλος, δομικές αλλαγές σε πολλές περιπτώσεις και οριστικές, μη αναστρέψιμες, προκαλούν οι ηφαιστειακές εκρήξεις. Σε ένα τέτοιου μεγέθους συμβάν, εξαλείφονται σχεδόν όλα τα είδη, φυτικά και ζωικά, σε τοπικό επίπεδο και δημιουργούνται νέες συνθήκες για ανάπτυξη, συν τω χρόνω, άλλου είδους οικοσυστημάτων (Walker, 2012).

5.1.2 Ανθρωπογενείς Παράγοντες

Ο άνθρωπος με τη σειρά του, βλέποντας τη φύση -λανθασμένα- ως μια πηγή ανεξάντλητων πόρων, επεμβαίνει σε αυτή, συχνά άναρχα και αυτό έχει επίπτωση σε όλες τις εκφάνσεις της βιοποικιλότητας. Ειδικότερα σε ό,τι αφορά την ποικιλότητα ειδών, αρχικά αξίζει να αναφερθεί η ρύπανση, ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα της ανθρώπινης παρέμβασης. Ο βαθμός επιρροής της ανθρώπινης ρύπανσης στους πληθυσμούς των οικοσυστημάτων έχει αποδειχθεί και είναι θέμα επείγουσας αντιμετώπισης. Συνυφασμένο με το θέμα της ρύπανσης είναι και το θέμα της κλιματικής αλλαγής. Επίσης αποδεδειγμένη είναι η σύνδεση με μείωση, εξαφάνιση και μετανάστευση πληθυσμών (Pimm, 2009).

Η αποψίλωση ή ο εμπρησμός των δασών επίσης καταστρέφουν τοπικά οικοσυστήματα, αλλάζοντας τα δομικά χαρακτηριστικά μίας περιοχής και σε αυτή την κατηγορία ανήκει και η υπερεκμετάλλευση των πόρων μέσω της υπεραλιείας και της υπερθηρίας. Τέλος, άξιο αναφοράς είναι το φαινόμενο των εισβολικών ειδών, τα οποία εισάγονται για κτηνοτροφικούς λόγους από άλλες περιοχές και καταλαμβάνουν ζωτικό χώρο σε ένα οικοσύστημα, καταναλώνοντας και τοπικούς πόρους (Alkemade et al., 2013).

5.2 Συνέπειες διαταραχής ποικιλότητας ειδών

Η ποικιλότητα των ειδών ενός οικοσυστήματος έχει καθοριστικό ρόλο στην ικανότητά του να προσαρμοστεί σε αλλαγές και να καταφέρει να τις απορροφήσει χωρίς να διαταραχθεί η ισορροπία του. Τα είδη ενός οικοσυστήματος και οι σχέσεις μεταξύ τους είναι ο ακρογωνιαίος λίθος του και εξ αυτού προκύπτει ότι με την απώλεια ή συρρίκνωση ενός πληθυσμού θα

προκύπτει μια αλυσιδωτή αντίδραση που θα συμπαρασύρει και άλλα είδη. Είδη που με τη σειρά τους κινδυνεύουν.

Η διαταραχή της ποικιλότητας των ειδών επιφέρει, επίσης πλήγμα στις οικοσυστημικές υπηρεσίες που παρέχει το συγκεκριμένο οικοσύστημα, όπως η επικονίαση, η ρύθμιση του κλίματος, η διατήρηση της ποιότητας του εδάφους και του νερού και η παρεμπόδιση εξάπλωσης νόσων (Keesing et al., 2006). Ενδαιτήματα καταστρέφονται και οι φυσικοί πόροι εξαντλούνται. Διαδικασίες, όπως η υποβάθμιση των ρύπων, η απορρόφηση του σιδήρου και η μεθανογένεση γίνονται πολύ πιο αργά (Wang et al., 2021).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η δυσκολία καταπολέμησης πετρελαιοκηλίδων, ανθρώπινων ή και φυσικών ρύπων, στην ανοιχτή θάλασσα και στις ακτές. Εφαρμόζονται πολλαπλές μέθοδοι, όπως συγκράτηση με πλωτά φράγματα, άντληση, διασκορπιστικά, επί τόπου καύση και άλλα, όμως το πετρέλαιο αφήνει το βαρύ στίγμα του. Αν και τα ενήλικα εμπορικά ψάρια έχουν την ικανότητα να απομακρύνονται από ρυπασμένες περιοχές, τα αυγά των ψαριών και οι προνύμφες τους είναι ευάλωτα και πεθαίνουν, ενώ ο αριθμός των εκκολαπτόμενων αυγών μειώνεται σημαντικά. Υπάρχουν αναφορές για ανάπτυξη όγκων σε ψάρια και δίθυρα, που διαβιούν σε περιοχές με χρόνια ρύπανση από υδρογονάνθρακες πετρελαίου. Η διαταραχή της ποικιλότητας των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, δεδομένων και των διαταραχών εξ αιτίας της οξίνισης, της αποξυγόνωσης και του ευτροφισμού, είναι σοβαρή (Clarke and Harris, 2003).

Σε κάθε περίπτωση όλα καταλήγουν στον άνθρωπο, ο οποίος αντιμετωπίζει πρόβλημα στην ευημερία του και ακόμα και την ίδια του την επιβίωση σε ένα οικοσύστημα (Methorst et al., 2021). Χαρακτηριστική περίπτωση ρύπανσης της θάλασσας με υδράργυρο, με συνέπεια τον θάνατο εκατοντάδων ανθρώπων αποτελούν τα γεγονότα στην Μιναμάτα της Ιαπωνίας. Καταληκτικά, οι συνθήκες σε ένα τόπο όπου έχει διαταραχθεί η ποικιλότητα των ειδών μπορεί να είναι τέτοιες, που να επιβάλλουν μετανάστευση πληθυσμών ή ακόμα και πλήρη εγκατάλειψη περιοχών (Harada, 2005).

5.3 Διατήρηση ποικιλότητας ειδών

Εξ όλων των στοιχείων, όπως αυτά αναλύθηκαν, προκύπτει ότι η διατήρηση και προστασία της ποικιλότητας των ειδών είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας και την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης (Methorst et al., 2021). Πλήθος στρατηγικών έχουν περιγραφεί σε αυτή την κατεύθυνση, άλλες περιγράφοντας παρεμβάσεις *in situ*, επί του πεδίου, άλλες *ex situ*, εκτός πεδίου και άλλες με παρεμβάσεις στην κατεύθυνση της ευαισθητοποίησης και ενημέρωσης των πολιτών.

Αναφέρεται ο καθορισμός προστατευόμενων περιοχών (Naughton-Treves, 2005). Μελέτες έχουν προτείνει περίπου 17% ηπειρωτικών εδαφών και 10% θαλασσιών οικοσυστημάτων ως ένα ικανοποιητικό νούμερο προστατευόμενων περιοχών, για να διατηρηθούν επαρκή επίπεδα ποικιλότητας ειδών παγκοσμίως. Αυτές οι περιοχές μπορεί να έχουν και τη μορφή εθνικών πάρκων ή καταφυγίων ζώων (Islam, 2023).

Εν συνεχεία, ως μέτρο προστασίας της διατήρησης της ποικιλότητας των ειδών, άξιο αναφοράς είναι το δίκτυο καταγραφής και αποθήκευσης σπόρων. Οι τράπεζες αυτές

προσφέρουν μελλοντική υπηρεσία στην ανθρωπότητα, με την έννοια της μελλοντικής αναζήτησης λύσεων σε επαπειλούμενα είδη (Santo and Hamilton, 2021; Flannery, 2023).

Επίσης, η κοινωνική ευαισθητοποίηση των πολιτών μέσω προγραμμάτων και η εκπαίδευση των επαγγελματιών που δραστηριοποιούνται εντός οικοσυστημάτων μπορεί να προσφέρει στην κατεύθυνση της διατήρησης της ποικιλότητας των ειδών. Η βιώσιμη αλιεία και γεωργία, η ορθή τουριστική εκμετάλλευση μίας περιοχής, ο περιορισμός της ρύπανσης και γενικώς η περιβαλλοντική εκπαίδευση, μπορούν να γείρουν την πλάστιγγα προς τη σωστή κατεύθυνση. Οι τοπικές κοινωνίες πρέπει να γίνουν μέρος της λύσης μειώνοντας το ανθρώπινο αποτύπωμα στα οικοσυστήματα (Omer, 2008).

5.4 Δυνητικές αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου

Η υψηλή ποικιλότητα ειδών εντός ενός οικοσυστήματος, παρέχει σειρά υπηρεσιών σε αυτό με άμεση ή έμμεση κατάληξη στον άνθρωπο, στο επίπεδο υγείας και ευημερίας του. Αρχικά, άξιο αναφοράς είναι το ότι η έλλειψη «πυκνότητας» και αφθονίας ειδών, ευνοεί την εξάπλωση παθογόνων, άρα και την κατάληξή τους στον άνθρωπο. Πολύ σημαντική είναι και η παράμετρος των ζωνοσογόνων λοιμώξεων (ελονοσία, δάγκειος πυρετός, Έμπολα) οι οποίες όταν υπάρχει μείωση της ποικιλότητας ειδών βρίσκουν πρόσφορο έδαφος μετάδοσης (Chivian, 2001). Το νερό αποτελεί μια άλλη γραμμή άμυνας για την υγεία του ανθρώπου. Η μείωση της ποικιλότητας ειδών μπορεί να προκαλέσει επισφάλεια στη δυνατότητα του οικοσυστήματος να παρέχει υψηλής καθαρότητας νερό (Myers et al., 2013).

Τα οικοσυστήματα αλλάζουν, αλλοιώνονται και άρα μία σειρά κρίσιμων για την υγεία υπηρεσιών και παροχών επίσης φθίνει ποσοτικά και ποιοτικά. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η υποβάθμιση της διατροφικής ασφάλειας. Φυτά και ζώα στα οποία βασίζεται διατροφικά ο άνθρωπος απειλούνται, εξαφανίζονται ή υποβαθμίζονται ποιοτικά προσφέροντας μικρότερη διατροφική αξία (Miraglia et al., 2009). Τα δάση και οι ωκεανοί που είναι βασικοί απορροφητές του διοξειδίου του άνθρακα, λόγω της μειωμένης ποικιλότητας ειδών, χάνουν μέρος αυτής της δυνατότητας. Στο πλαίσιο αυτό, η ρύπανση αυξάνεται, η υπερθέρμανση του πλανήτη επιδεινώνεται άρα και ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα νομοτελειακά αναμένονται, με τις γνωστές για την υγεία του ανθρώπου επιπτώσεις (Bélanger and Pilling, 2019). Εάν το πρόβλημα φτάσει και σε πληθυσμούς επικονιαστών, αυτό μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες στις απαραίτητες για την διατροφή του ανθρώπου καλλιέργειες. Ομοίως με την υπερεκμετάλλευση των ειδών (υπεραλιεία – υπερθηρία), κρίσιμες πηγές πρωτεΐνης χάνονται για εκατομμύρια ανθρώπους (Aiking, 2011).

Φυτά κυρίως, που αποτελούν τη βάση φαρμακευτικών σκευασμάτων βρίσκονται σε έλλειψη ή υπό εξαφάνιση και έτσι ζωτικής σημασίας σκευάσματα κινδυνεύουν. Επίσης, με τα είδη που εξαφανίζονται ετησίως, χάνεται μέρος της δυνατότητας ανακάλυψης νέων φαρμακευτικών ουσιών που θα μπορούσαν να αποτελέσουν λύση αντιμετώπισης πλείστων νοσημάτων που ταλανίζουν την ανθρωπότητα (Sen and Samanta, 2015).

Μια ίσως πιο έμμεση συνέπεια στην υγεία του ανθρώπου είναι και ο περιορισμός της φυσικής άσκησης, μιας και καταγράφεται μείωση σωματικής δραστηριότητας σε περιβάλλοντα πτωχής ποικιλότητας. Οι άνθρωποι τείνουν δηλαδή να υιοθετούν έναν λιγότερο

δραστήριο τρόπο ζωής όταν βρίσκονται σε τέτοιες συνθήκες, πλησίον μη υγιών οικοσυστημάτων (Horwitz et al., 2015).

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί η επιρροή που έχει στην ψυχική υγεία του ανθρώπου η επαφή με περιβάλλοντα και οικοσυστήματα υψηλής ποικιλότητας ειδών (Aerts and Van Nieuwenhuysse, 2018). Αντιθέτως, η απώλεια ή η ανισορροπία των πτωχών σε ποικιλότητα περιβαλλόντων, είναι σαφές ότι ειδικά σε αστικούς πληθυσμούς επηρεάζει αρνητικά την ψυχική υγεία. Είτε πρόκειται για την επαφή με ποικιλίες φυτών, δέντρων και δασών, είτε πρόκειται για την επαφή με ζώα που διαβιούν ελεύθερα τα αποτελέσματα δείχνουν χαμηλότερα επίπεδα άγχους και υψηλότερα επίπεδα ευεξίας (Methorst et al., 2021).

6 Ποικιλότητα Οικοσυστημάτων

Οικοσύστημα ονομάζεται μια οικολογική μονάδα η οποία αποτελείται από ένα περιβάλλον και από τους οργανισμούς που διαβιούν σε αυτό. Καθορίζεται από τα βιοτικά και αβιοτικά στοιχεία του και από τις αλληλεπιδράσεις αυτών των στοιχείων μεταξύ τους. Υπάρχουν χερσαία και υδάτινα οικοσυστήματα. Στα χερσαία οικοσυστήματα ανήκουν τα δασικά, λιβαδικά, ορεινά οικοσυστήματα, οι έρημοι κοκ, ενώ στα υδάτινα οι υδροβιότοποι, οι θάλασσες, οι ωκεανοί, οι λίμνες, τα ποτάμια) (Shugart, 1997). Η τρίτη δομική συνιστώσα της βιοποικιλότητας, δηλαδή η ποικιλότητα οικοσυστημάτων, καθορίζεται από την πολυπλοκότητα των διαφόρων δομών (οικοσυστημάτων), που απαντώνται σε μία υπό μελέτη περιοχή ή και παγκοσμίως αλλά όχι μόνο σε αυτό. Περιλαμβάνει και άλλα στοιχεία, όπως τον τρόπο που τα οικοσυστήματα κατανέμονται αλλά και την αναλογία συμμετοχής τους στις διάφορες λειτουργίες (Isbell et al., 2011).

Υπάρχει ένας πρόσθετος βαθμός δυσκολίας στην ακριβή εκτίμηση της οικοσυστημικής ποικιλότητας, λόγω των δυσδιάκριτων ορίων μεταξύ των διαφόρων οικοσυστημάτων αλλά και στην δυσκολία ανάπτυξης εργαλείων μέτρησης και αξιολόγησης της υγείας των οικοσυστημάτων. Προέκυψε συνεπώς, ένα διεπιστημονικό πεδίο το οποίο μελετά την συμμετοχή βιοτικών, γεωγραφικών και κοινωνικών παραγόντων στον καθορισμό των οικοσυστημικών λειτουργιών που επιτελούνται σε ένα οικοσύστημα. Η εκτίμηση της οικοσυστημικής υγείας (Landscape Ecology Health), είναι μία σύνθετη διαδικασία. Έχει αναπτυχθεί το μοντέλο (CVORE - Condition, Vigor, Organization, Resilience, Ecosystem) το οποίο μελετά την κατάσταση, το σθένος, την οργάνωση, την αντοχή του οικοσυστήματος υπό το πρίσμα όλων των εμπλεκόμενων επιστημών. Σε μελέτη οικοσυστήματος σε περιοχή με ορυχεία στην Κίνα τα οικεία οικοσυστήματα μπήκαν σε μία πενταβάθμια κλίμακα επιπέδου υγείας (πολύ υγιή, υγιή, οριακής υγείας, μη υγιή και νοσηρά). Τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι η υγεία των οικοσυστημάτων είναι αντιστρόφως ανάλογη της «απόστασης» από τον ανθρώπινο παράγοντα. Τα υγιή οικοσυστήματα είναι μακριά από τα σημεία ενδιαφέροντος του ανθρώπου, τα οριακά υγιή οικοσυστήματα ανευρίσκονται στις παρυφές της ανθρώπινης δραστηριότητας, ενώ τα οικοσυστήματα που συνορεύουν ή είναι εντός της περιοχής των εξορύξεων, κρίνονται ως επικίνδυνα (Wu et al., 2019).

Ένα άλλο θεωρητικό πλαίσιο είναι το PSR (Pressure – State – Response), το οποίο υπολογίζει το βαθμό της πίεσης (P) που ασκεί ο άνθρωπος σε ένα οικοσύστημα, την κατάσταση (S) που προκύπτει σε αυτό το οικοσύστημα και την απόκριση (R) του οικοσυστήματος στα νέα δεδομένα. Αυτό το εργαλείο αναπτύχθηκε από τον ΟΟΣΑ, ώστε να βοηθήσει στον καθορισμό περιβαλλοντικών πολιτικών (Neri et al., 2016). Η επιτυχία του εργαλείου στην εξαγωγή συμπερασμάτων εξαρτάται από τον βαθμό εγκυρότητας και πληρότητας των δεδομένων που εισάγονται. Σε κάθε περίπτωση, αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για την οικολογική αποκατάσταση οικοσυστημάτων των οποίων έχει διαταραχθεί η ισορροπία (Liao et al., 2018).

Η ποικιλότητα οικοσυστημάτων θεωρείται κρίσιμη για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Η ύπαρξη πολλών και διαφόρων οικοσυστημάτων, προσφέρει ποικιλία ενδιαιτημάτων για τα είδη, αυξάνει την ανθεκτικότητα των οικοσυστημάτων και συμβάλλει στην παροχή

οικοσυστημικών υπηρεσιών όπως η ρύθμιση του κλίματος και ο καθαρισμός του νερού (Lukina et al., 2020). Η ποικιλότητα οικοσυστημάτων μαζί με τη γενετική ποικιλότητα και την ποικιλότητα ειδών αποτελούν τον πυλώνα στήριξης των διαφόρων μορφών ζωής και της μεταξύ τους διάδρασης (Daly, 2018).

6.1 Διαταραχή ποικιλότητας οικοσυστημάτων

Πώς διαταράσσεται λοιπόν η ποικιλότητα των οικοσυστημάτων ή ένα οικοσύστημα ως προς τη δική του ποικιλότητα; Υπάρχουν συμβάντα και αλλαγές που επηρεάζουν τη δομή, τη λειτουργία και τα μέλη που απαρτίζουν ένα οικοσύστημα και, κατ' επέκταση, την ίδια την ύπαρξη του οικοσυστήματος και, ως επακόλουθο, την ύπαρξη των πολλών και διαφορετικών οικοσυστημάτων. Και σε αυτή την περίπτωση οι αλλαγές προέρχονται είτε από φυσικές μεταβολές εκ φυσικών φαινομένων, είτε -κυρίως- από τον ανθρωπίνο παράγοντα (Moreno-Mateos, 2017).

Στους φυσικούς παράγοντες αξίζουν αναφοράς όλα αυτά τα ακραία φυσικά φαινόμενα που μπορούν να αλλάξουν την γεωγραφία μιας περιοχής, συνεπώς και ενός οικοσυστήματος: Πυρκαγιές, πλημμύρες, σεισμοί και ηφαιστειακές εκρήξεις προκαλούν δομικές μορφολογικές αλλαγές που επηρεάζουν καθοριστικά. Η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει την κατανομή των ειδών ενός οικοσυστήματος και συνεπώς την λειτουργική του συμπεριφορά (Ives and Carpenter, 2007). Τέλος, εισβολικά είδη αν υπεισέλθουν σε ένα οικοσύστημα πρέπει να ελεγχθούν. Η εξάπλωσή τους μπορεί να είναι βίαιη και μπορεί να εκτοπιστούν αυτόχθονα είδη, που ήταν απαραίτητα στη λειτουργική δομή του οικοσυστήματος (Dukes and Mooney, 2004).

Οι συνεχώς αυξανόμενες σε ένταση και συχνότητα πυρκαγιές, προκαλούν ανησυχία σε αμφότερους τους περιβαλλοντικούς επιστήμονες και τους ιατρούς. Οι συνέπειές τους είναι σημαντικές και στην υγεία των οικοσυστημάτων μα και των ανθρώπων. Προφανώς, κάποιες από τις πυρκαγιές προκαλούν αναγέννηση των δασών και είναι μέρος της φυσικής διαδικασίας, αλλά το μεγαλύτερο μέρος αφορά σε ανθρωπογενώς προκληθείσες πυρκαγιές των οποίων τα αποτελέσματα είναι καταστροφικά σε πολλά επίπεδα. Ειδικά ο καπνός συνδέεται με πληθώρα συνεπειών. Σε επίπεδο ανθρώπινης υγείας, η έκθεση στον καπνό προκαλεί επιδείνωση αναπνευστικών νοσημάτων, όπως το άσθμα και η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια, φλεγμονές και ερεθισμούς στα μάτια, τη μύτη και το λαιμό. Επίσης συνδέεται με δυσμενείς εκβάσεις τοκετού. Σε περιβαλλοντικό επίπεδο, ο καπνός επηρεάζει τον αέρα, το νερό, το έδαφος και το υπέδαφος, με αποτέλεσμα τα οικοσυστήματα να χάνουν την δυνατότητα να επιτελούν μέρος των λειτουργιών τους και σε όλα τα είδη που διαβιούν πλησίον, να προκαλούνται μεγάλα προβλήματα επιβίωσης (D'Evelyn et al., 2022).

Οι ανθρώπινες παρεμβάσεις, όσο μικρές και αν είναι αυτές, είναι σε θέση να προκαλέσουν μεγάλες και σημαντικές αλλαγές, πόσο μάλλον, όταν ο άνθρωπος εκμεταλλεύεται στο έπακρο τους πόρους, χωρίς μελέτη. Ιστορικά, το ανθρώπινο είδος είναι υπεύθυνο για την επιτάχυνση της εξαφάνισης ειδών και τον κατακερματισμό οικοσυστημάτων μιας και του αποδίδεται το 1/3 με 1/2 των παγκόσμιων αλλαγών επί του ανάγλυφου της γης (Marquet, 2020).

Η άναρχη επέκταση της καλλιεργήσιμης γης είναι μια ανθρώπινη παρέμβαση που χρήζει οριοθέτησης. Φυσικά οικοσυστήματα μετατρέπονται σε γεωργική γη με αποτέλεσμα την αλλαγή της τοπικής γεωγραφίας και τη βίαιη εκρίζωση ολόκληρων ειδών από το φυσικό τους περιβάλλον (Palm et al., 2014). Αντιθέτως, εδάφη που δεν είναι πλέον κερδοφόρα, εγκαταλείπονται και μπορεί να υποβαθμιστούν μέσω της ανεπιθύμητης βλάστησης. Ομοίως, η υπερβόσκηση και η υποβόσκηση μπορεί να έχουν παρόμοιο αποτέλεσμα, την διαταραχή δηλαδή του οικοσυστήματος, μιας και παρατηρούνται και στη μία και στην άλλη περίπτωση φαινόμενα υποβάθμισης του οικοσυστήματος (Tibbett et al., 2020).

Η ρύπανση, είναι μία πολύ σημαντική παράμετρος. Η επιρροή της ποιότητας του νερού, του εδάφους και του αέρα, στην επιβίωση και ευημερία των οργανισμών είναι καθοριστική. Ενδαιτήματα υποβαθμίζονται. Στα βόρεια ευρωπαϊκά παράλια του Ατλαντικού μέχρι τις ακτές της Βαλτικής Θάλασσας, από τη συγκέντρωση νιτρικών και φωσφορικών αλάτων διαμέσου των λεκανών απορροής, παρατηρείται οξίνιση του θαλασσιού ύδατος. Το φαινόμενο επιτείνει η αύξηση της θερμοκρασίας του θαλασσιού ύδατος με αποτέλεσμα να προκαλείται ο θάνατος μεγάλου ποσοστού των μυδιών των μυδοκαλλιεργειών (Maar et al., 2024). Είδη μεταναστεύουν ή εξαφανίζονται και πολύτιμη ποικιλότητα χάνεται. Οι χημικοί ρύποι όπως τα βιομηχανικά απόβλητα, φυτοφάρμακα κοκ επηρεάζουν και την τροφική αλυσίδα των ειδών του οικοσυστήματος.

Η αύξηση της θερμοκρασίας των ωκεανών δημιουργεί επίσης το φαινόμενο της αποξυγόνωσης, δηλαδή, της μείωσης του διαλυμένου οξυγόνου, αφού το θερμό νερό μπορεί να συγκρατήσει λιγότερο διαλυμένο οξυγόνο. Για τον ίδιο λόγο, τα στρώματα των ωκεανών αναμειγνύονται λιγότερο, μειώνονται τα επίπεδα του οξυγόνου, μεταξύ ωκεανού και ατμόσφαιρας, ακμάζουν τοξικά φύκια και προκύπτει ο εμπλουτισμός των υδάτων με θρεπτικά συστατικά, όπως νιτρικά και φωσφορικά άλατα (ευτροφισμός). Και τα τρία αναφερόμενα φαινόμενα επηρεάζουν ολόκληρο το θαλάσσιο οικοσύστημα, προκαλούν stress στους θαλάσσιους οργανισμούς, ιδίως στα παράκτια ύδατα και μειώνουν τη βιοποικιλότητα (Ochoa-Hueso et al., 2016). Στο πλαίσιο της υπερεκμετάλλευσης, αξίζει να αναφερθούν επιπροσθέτως η αποψίλωση των δασών, η άναρχη οικιστική και βιομηχανική ανάπτυξη, όπως και η υπερβολική εξόρυξη φυσικών πόρων.

6.2 Συνέπειες διαταραχής ποικιλότητας οικοσυστημάτων

Οι συνέπειες από τη διαταραχή της ποικιλότητας των οικοσυστημάτων είναι κρίσιμες για το μέλλον όλων των ειδών και του πλανήτη εν συνόλω (Downing et al., 2012). Αρχικά, η αφθονία των ειδών σε ένα οικοσύστημα είναι ζωτική για τη σταθερότητά του και την προσαρμοστικότητά του. Τα διαταραγμένα οικοσυστήματα δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν δυναμικά σε ασθένειες, πυρκαγιές ή πλημμύρες. Δεν έχουν σε πλήρη ανάπτυξη όλους εκείνους τους μηχανισμούς που θα μπορούσαν να ενεργοποιηθούν ώστε ένα μικρότερης κλίμακας συμβάν να μπορέσει να απορροφηθεί χωρίς να αφήσει μόνιμο αποτύπωμα (Elmqvist et al., 2003).

Έτσι λοιπόν, με την αποδυνάμωση των οικοσυστημάτων και την διαταραχή της ποικιλότητας των οικοσυστημάτων, η κλιματική αλλαγή και τα απότοκα φαινόμενά της κάνουν πιο έντονη την παρουσία τους: πλημμύρες, αλλά και ξηρασία, άνοδος της θαλάσσιας στάθμης

και σειρά άλλων φαινομένων, επιφέρουν τεράστιες δομικές αλλαγές, ακόμα και αφανισμό σε υφιστάμενα οικοσυστήματα (Mooney et al., 2009).

Ο ανθρωπογενώς προκληθείς θόρυβος, ως ρύπος, εξελίσσεται σε ένα συνεχώς αυξανόμενο οικοσυστημικό πρόβλημα. Μελέτες καταδεικνύουν ότι ο θόρυβος μπορεί να επηρεάσει τα ζώα. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν συνέπειες στα αμφίβια, τα αρθρόποδα, τα πτηνά, τα θαλάσσια θηλαστικά, τα μαλάκια και τα ερπετά. Αυτές οι συνέπειες δεν συνδέονται με κάποια υπερευαίσθησία αυτών των οργανισμών σε ακουστικά ερεθίσματα, προκύπτουν από την διαταραχή του ηχητικού περιβάλλοντος από τον ανθρώπινο παράγοντα. Συνεπώς, ο θόρυβος κατατάσσεται στους σοβαρούς κινδύνους για το περιβάλλον (Kunc and Schmidt, 2019).

Σε ένα διαταραγμένο οικοσύστημα παρατηρείται επίσης υποβάθμιση των οικοσυστημικών υπηρεσιών. Η τροφική αλυσίδα διαταράσσεται δομικά, μιας και προκύπτει ποιοτική και ποσοτική ένδεια τροφίμων ειδικά όταν οι ανώτεροι θηρευτές τεθούν σε άμεσο κίνδυνο εξαφάνισης. Επίσης, ελαχιστοποιούνται οι πηγές παροχής πόσιμου νερού, το έδαφος χάνει τη γονιμότητά του και ο αέρας την καθαρότητά του (Kremen and Merenlender, 2018).

Επίσης, λόγω αραίωσης του προστατευτικού στρώματος του στρατοσφαιρικού όζοντος παρατηρούνται υψηλότερες τιμές υπεριώδους ακτινοβολίας. Η υπεριώδης ακτινοβολία επηρεάζει σειρά οικοσυστημικών λειτουργιών. Σημαντικότερη εξ αυτών η φωτοσύνθεση. Τα φυτά όταν εκτίθενται σε υψηλές τιμές υπεριώδους – Β ακτινοβολίας, υφίστανται περιορισμό της μεταβολικής τους δραστηριότητας. Αυτό συμβαίνει διότι τα φωτόνια της UV-B ακτινοβολίας έχουν ενεργειακό φορτίο ικανό να επιφέρει αλλαγές στο DNA και το RNA του φυτού. Το αποτέλεσμα είναι το έντονο κλείσιμο των στομάτων και η μειωμένη απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα (Kataria et al., 2014).

Τα αποτελέσματα και στην υγεία του ανθρώπου είναι προφανή. Η μειωμένη απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα σημαίνει περαιτέρω αύξησή του στην ατμόσφαιρα. Επίσης, η έκθεση σε αυξημένες τιμές υπεριώδους ακτινοβολίας αυτή καθ' αυτή, βλάπτει την υγεία του ανθρώπου σε γονιδιακό επίπεδο, επηρεάζοντας το DNA. Έχει συνδεθεί με καρκίνο του δέρματος, οφθαλμικές παθήσεις και επιρροή του ανοσοποιητικού (Ghetti et al., 2001).

6.3 Διατήρηση ποικιλότητας οικοσυστημάτων

Σε ένα ευρύτερο πλαίσιο, μπορεί να υποστηρίξει κανείς ότι η διατήρηση της ποικιλότητας των οικοσυστημάτων περιλαμβάνει τέσσερεις άξονες: την αξιολόγηση, την παρακολούθηση των υφιστάμενων οικοσυστημάτων, την προσπάθεια διατήρησής τους και την επαναφορά των διαταραγμένων οικοσυστημάτων.

Η παρακολούθηση των οικοσυστημάτων και η έγκαιρη αποτύπωση επικίνδυνων αλλαγών σε αυτά, μπορεί να αποτελέσει οδηγό διορθωτικών κινήσεων αναστροφής της κατάστασης (Hooper et al., 2002). Η πιο διαδεδομένη μέθοδος είναι η βιοπαρακολούθηση. Με αυτή τη μέθοδο μετράται η ποικιλία και αφθονία ειδών και συχνά, η οικοσυστημική υποβάθμιση γίνεται αντιληπτή πριν γίνει εμφανής στο γυμνό μάτι ή πριν επηρεάσει το ανθρώπινο είδος (Bornman and Bouwman, 2012). Ελπιδοφόρες μέθοδοι προστίθενται, όπως η χρήση εντόμων ως δεικτών βιοπαρακολούθησης ή η γεωχωρική ανάλυση περιοχών (Pollock et al., 2020).

Ακόμα και στην περίπτωση που η παρακολούθηση ενός περιβάλλοντος το αναδείξει ως υγιές, παρεμβάσεις χρειάζονται για να παραμείνουν εν ισχύ αυτές οι συνθήκες, ειδικά αν λάβουμε υπ' όψιν το γεγονός ότι ελάχιστα οικοσυστήματα επί της ουσίας δεν κινδυνεύουν από τις ανθρώπινες παρεμβάσεις. Ρυάκια και ποτάμια μπορούν να μεταφέρουν σε μεγάλες αποστάσεις λύματα και ρύπους και ακόμα και πάρα πολύ απομονωμένα ενδιαιτήματα δεν μπορούν να προστατευτούν από την κλιματική αλλαγή. Οι πυλώνες διαφύλαξης της οικοσυστημικής ποικιλότητας σε ένα υγιές περιβάλλον είναι: η διαφύλαξη των οικοσυστημικών λειτουργιών, η ελαχιστοποίηση των εξωτερικών απειλών και σε ό,τι αφορά τον άνθρωπο, η ελαχιστοποίηση των παρεμβάσεων. Πρέπει πάση θυσία να διαφυλαχθούν ο κύκλος του νερού, ο κύκλος του μεταβολισμού των θρεπτικών συστατικών και οι ενεργειακές σχέσεις μεταξύ των ειδών. Η διατήρηση αυτών των ισορροπιών είναι σημαντική μιας και μια μικρή αλλαγή μπορεί να επιφέρει μεγάλες συνολικές διαφοροποιήσεις (Hooper and Vitousek, 1998).

Ο άνθρωπος με τη σειρά του, θα πρέπει να ελαχιστοποιήσει το αρνητικό αποτύπωμά του στα οικοσυστήματα. Ένα τέτοιο αρνητικό αποτύπωμα είναι και οι ενδοκρινικοί διαταράκτες. Ως ενδοκρινικός διαταράκτης ορίζεται μία εξωγενής χημική ουσία ή μείγμα, της οποίας η χημική δομή ομοιάζει με εκείνη των φυσικών ορμονών του οργανισμού. Μιμούμενοι τις ορμόνες, ανατρέπουν τη φυσιολογική λειτουργία και αλλοιώνουν κάποια ή κάποιες λειτουργίες του ενδοκρινικού συστήματος. Τέτοιες ιδιότητες έχουν διάφορα φυτοφάρμακα, ζιζανιοκτόνα, πλαστικοποιητές, φυτο-οιστρογόνα και μυκητοκτόνα. Οι πιο γνωστοί είναι διοξίνες, φουράνια, υπερφθοριωμένες ενώσεις (PFCs - Perfluorocarbons), πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs - polychlorinated biphenyls), η δισφαινόλη και το DDT (Dichlorodiphenyltrichloroethane). Η έκθεση των έμβιων οργανισμών στους ενδοκρινικούς διαταράκτες πραγματοποιείται κυρίως μέσω της κατάποσης, αλλά και μέσω της αναπνευστικής οδού και του δέρματος, όπως και κατά την ενδομήτριο ζωή μέσω του πλακούντα. Αυτές οι ουσίες ανευρίσκονται σε πλήθος προϊόντων (οικιακά σκεύη, απορρυπαντικά, καλλυντικά, πλαστικά είδη, λιπάσματα κοκ) με αποτέλεσμα να καθίσταται δυσκολότερος ο έλεγχος στην κυκλοφορία τους. Η επίπτωση που έχουν οι ενδοκρινικοί διαταράκτες στην υγεία των οργανισμών εμφανίζεται αφού περάσει μεγάλο χρονικό διάστημα από την έκθεση επί παραδείγματι, ένα έμβρυο που εκτίθεται κατά τη διάρκεια της κύησης σε έναν ενδοκρινικό διαταράκτη, μπορεί να εμφανίσει την διαταραχή στην ενήλικη ζωή ή και σε μελλοντική γενεά (Kahn et al., 2020).

Στα ζώα, ενδοκρινική διαταραχή μπορεί να παρουσιαστεί σε διάφορα είδη και σε διάφορα οικοσυστήματα. Τα προβλήματα αναπαραγωγής που προέκυψαν έχουν προκαλέσει μείωση των πληθυσμών. Στον άνθρωπο εξετάζεται ο βαθμός σύνδεσης της έκθεσης σε διαταράκτες με μείωση του αριθμού σπερματοζωαρίων, αύξηση ορισμένων ορμονοεξαρτώμενων μορφών καρκίνου και με την αύξηση δυσπλασιών των γεννητικών οργάνων. Το ενδιαφέρον ειδικά στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι μεγάλο και με τη συνεχή αναπροσαρμογή της λίστας των ενδοκρινικών διαταρακτών και την αυστηρή μέθοδο αδειοδότησης, επιχειρείται η παρεμπόδιση της κυκλοφορίας των επικίνδυνων για την υγεία ουσιών. Με αυτό τον τρόπο γίνεται προσπάθεια να καταλήγουν όσο λιγότερα υπολείμματα στα οικοσυστήματα και να μην διαταράσσεται περαιτέρω η βιοποικιλότητα των οικοσυστημάτων (Encarnação et al., 2019).

Όλες αυτές οι αιτίες διαταραχής που αναφέρθηκαν, οι οποίες έχουν ανθρώπινο πρόσημο, θα πρέπει να πάψουν να αποτελούν αποσταθεροποιητικό παράγοντα. Οικονομικά μοντέλα που βασίζουν την αποδοτικότητά τους στην αποψίλωση, την υπερεκμετάλλευση, τη ρύπανση και την παρεμβατικότητα, ναρκοθετούν το μέλλον των οικοσυστημάτων και συνεπώς, του πλανήτη (Tilman and Lehman, 2001). Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι ο άνθρωπος δεν πρέπει να παρεμβαίνει ή να καρπώνεται τα οφέλη των οικοσυστημάτων. Έχει εγκαταλειφθεί το μοντέλο “hands-off” που είχε επικρατήσει σαν πρόταση προστασίας των οικοσυστημάτων και έχει επικρατήσει το μοντέλο της ενεργού προσαρμοστικής διαχείρισης (Robbins, 2015).

Τέλος, σε ό,τι αφορά στην επαναφορά οικοσυστημάτων, που έχουν διαταραχθεί, παρατηρούνται τα ακόλουθα. Τα οικοσυστήματα έχουν τους μηχανισμούς να επιστρέψουν στη λειτουργική τους αρτιότητα, συν τω χρόνω, μετά από φυσικά φαινόμενα μικρής εμβέλειας. Αυτή η δυνατότητα όμως χάνεται, όταν η παρέμβαση είναι ανθρώπινη. Σε αυτή την περίπτωση παρατηρείται το εξής οξύμωρο: χρειάζεται μια νέα παρέμβαση από τον άνθρωπο, προς την αντίθετη κατεύθυνση για να υπάρξει πιθανότητα ανατροπής της διαταραχής (Pullin and Knight, 2009).

Η οικοσυστημική αποκατάσταση, λοιπόν, είναι η πρακτική της απόπειρας επαναφοράς ενός οικοσυστήματος στο σημείο όπου οι λειτουργίες και η σύνθεσή του προσομοιάζουν στην αρχική του. Αρχικά, το κίνητρο ήταν η επαναφορά των εξαντλημένων από πόρους οικοσυστημάτων στην προτέρα κατάσταση, μόνο και μόνο για να ξεκινήσει ένας νέος κύκλος εκμετάλλευσης. Αυτό δεν είχε θετικά αποτελέσματα μιας και τα οικοσυστήματα που προέκυπταν ήταν πολύ απλοϊκά και υποβαθμίζονταν πολύ εύκολα. Για να αποφευχθεί αυτό το λάθος, πλέον έχουν επικρατήσει μοντέλα που προσπαθούν να συνδυάσουν την επαναφορά υγιών οικοσυστημάτων σε συνδυασμό με βιώσιμες μορφές οικονομικής ανάπτυξης όπως ο οικότουρισμός ή άλλες περιβαλλοντικά φιλικές οικονομικές δραστηριότητες (DeWit et al., 2011).

Ένα παράδειγμα τέτοιας ισορροπίας οικονομικής δραστηριοποίησης και οικοσυστημικής αποκατάστασης είναι το κίνημα της Πράσινης Ζώνης. Στην Κένυα, το 1977, ξεκίνησε μία πρωτοβουλία για την ανασύλωση των αποδομημένων δασών. Γυναίκες κάτοικοι των αγροτικών περιοχών εκπαιδεύτηκαν στη δασοπονία, στη μελισσοκομία και στη διαχείριση τροφίμων. Ο οργανισμός έχει να επιδείξει τη φύτευση και ευδοκιμία άνω των 50 εκατομμυρίων νέων δέντρων με εντυπωσιακά αποτελέσματα στην αποτροπή διάβρωσης των εδαφών, στην αποθήκευση νερού και στην προμήθεια με ξυλεία και τρόφιμα (Maathai, 2003).

6.4 Δυνητικές αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου

Καθίσταται σαφές από τα παραπάνω ότι η διαταραχή της ποικιλότητας των οικοσυστημάτων έχει ευθεία σύνδεση με την υγεία του ανθρώπου. Οικοσυστημική ισορροπία συνεπάγεται ισορροπία μεταξύ των ειδών, άρα μη πρόσφορο έδαφος για την επικράτηση παθογόνων ή παρασιτικών οργανισμών και μη πρόσφορο έδαφος για την εξάπλωση ζωοανθρωπονόσων (Ostfeld, 2009).

Ιδιαίτερη αναφορά αξίζουν οι ζωοανθρωπονόσοι που προέρχονται από υδάτινα περιβάλλοντα. Αυτά τα νοσήματα προκαλούν μεγάλα προβλήματα στις υδατοκαλλιέργειες και

την αλιεία. Πιο συγκεκριμένα, λόγω της αύξησης του πληθυσμού της γης και των παγκόσμιων συναλλαγών ειδών αλιείας, προκύπτει διασπορά σε πολύ ευρύ επίπεδο τέτοιων ζωοανθρωπονόσων. Gram+ και Gram- βακτήρια, παράσιτα, πρωτόζωα και μύκητες, λόγω της διατάραξης της βιοποικιλότητας και της κλιματικής αλλαγής, βρίσκουν πρόσφορο έδαφος να αναπτυχθούν και να πολλαπλασιαστούν σε επικίνδυνα για την υγεία του ανθρώπου επίπεδα. Λαμβάνοντας υπ' όψιν και το γεγονός ότι πολλές φορές τα θαλάσσια είδη καταναλώνονται και ωμά ή με ελάχιστη προπαρασκευή, καθίσταται σαφές ότι οι συνθήκες ανάπτυξης και μετάδοσης ζωοανθρωπονόσων είναι ιδανικές (Ziarati et al., 2022).

Λόγω της υποβάθμισης των οικοσυστημικών υπηρεσιών, προκαλούνται σειρά προβλημάτων στην τροφική αλυσίδα. Η διαθεσιμότητα σε καθαρό νερό, αέρα και ποσοτικώς και ποιοτικώς επαρκή τρόφιμα τίθεται εν αμφιβόλω και η σύσταση του εδάφους μεταβάλλεται αρνητικά. Αυτές όμως είναι βασικές προϋποθέσεις για τη διατήρηση ενός επαρκούς επιπέδου υγείας για τον άνθρωπο και η απουσία τους κάνει μη βιώσιμο το συγκεκριμένο οικοσύστημα (Tilman et al., 2017).

Η αλλαγή της ποικιλότητας ενός οικοσυστήματος επιφέρει και την έκθεση του ανθρώπου σε νέα αλλεργιογόνα με αποτέλεσμα την αύξηση των αναπνευστικών προβλημάτων και αλλεργιών. Επίσης ο άνθρωπος γίνεται όλο και περισσότερο δέσμιος των τροφών που έχουν υποστεί επεξεργασία λόγω της μειωμένης πλέον πρόσβασης σε πρωτογενή τρόφιμα. Η σύνδεση αυτών των τροφών με άνοδο της IGF-1, δημιουργεί υποψίες για διασύνδεση και με κάποιες μορφές καρκίνου (Dona and Arvanitoyannis, 2009).

Τέλος, δεν πρέπει να παραληφθεί η υποβάθμιση της ψυχικής υγείας και ευεξίας. Η συχνή επαφή με τη φύση εντός ενός οικοσυστήματος επιφέρει θετικό αντίκτυπο στον άνθρωπο, με πτώση των επιπέδων άγχους και κατάθλιψης. Η υποβάθμιση αυτών τα κάνει απρόσιτα ή αδιάφορα στον άνθρωπο, με αποτέλεσμα την απώλεια της ευεργετικής τους δράσης στην ψυχική υγεία (Ming and Ray, 2019).

7 Λειτουργική Ποικιλότητα

Η λειτουργική ποικιλότητα περιγράφει το εύρος του ρόλου ενός οργανισμού εντός του είδους του και εντός του οικοσυστήματος στο οποίο διαβιεί. Περιγράφει τα επίπεδα διάδρασης μεταξύ των οργανισμών στο φυσικό τους περιβάλλον, όπως επίσης και σε μεταβαλλόμενες συνθήκες (Petchey and Gaston, 2006; Laureto et al., 2015; Miller and Spoolman, 2024).

Ένας ευρέως διαδεδομένος ορισμός περιγράφει ως λειτουργική ποικιλότητα το εύρος των χαρακτηριστικών των οργανισμών και των ειδών, που επηρεάζουν την οικοσυστημική λειτουργικότητα (Tilman, 2001). Τέτοια χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν στρατηγικές εκμετάλλευσης πόρων, προτιμήσεις ενδιαιτημάτων και διαγράμματα δραστηριοτήτων. Τα χαρακτηριστικά που επιλέγονται για μελέτη σε κάθε περίπτωση εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες που επιτελεί το οικοσύστημα προς εξέταση. Η λειτουργική ποικιλότητα δεν εστιάζει στη βιολογική ποικιλότητα, δηλαδή στην αφθονία ή την ποικιλία των ειδών. Εστιάζει στο ποιες είναι οι λειτουργικές τους ιδιότητες εντός του οικοσυστήματος και πώς αυτές επηρεάζουν άμεσα τη σταθερότητα και τη βιωσιμότητα των οικοσυστημάτων (Mason et al., 2003).

Η λειτουργική ποικιλότητα είναι καθοριστική για τη λειτουργικότητα ενός οικοσυστήματος (Diaz and Cabido, 2001). Αυξάνει την προσαρμοστικότητά του σε αλλαγές, όπως η κλιματική αλλαγή ή οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις. Ένα οικοσύστημα με μεγάλη ποικιλία λειτουργιών είναι λιγότερο ευάλωτο σε καταστροφές, καθώς έχει μεγαλύτερη ικανότητα να ανακάμπτει και να διατηρεί τη δομή και τις υπηρεσίες του. Η προστασία της λειτουργικής ποικιλότητας είναι κρίσιμη για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και τη βιώσιμη διαχείριση των φυσικών πόρων (Cadotte et al., 2011).

Η κατηγοριοποίηση των επιμέρους λειτουργικών διαδικασιών των οικοσυστημάτων απαιτεί μια προσέγγιση πιο σύνθετη από μία απλή καταγραφή τους (Lavoire et al., 2008). Μια πρώτη απόπειρα προέβλεπε την κατηγοριοποίηση των ειδών σε λειτουργικές ομάδες με εν συνεχεία υπολογισμό της αφθονίας των ειδών της ομάδας. Αυτή η μέθοδος υπεραπλοποιεί τη φύση της ποικιλότητας των χαρακτηριστικών και τις διαφορές εντός των ειδών. Πιο σύγχρονες μέθοδοι υιοθετούν διαρκείς μετρήσεις της διάδοσης των ειδών σε ένα πολυδιάστατο λειτουργικό χώρο με άξονες λειτουργικών χαρακτηριστικών. Αυτές οι μέθοδοι αποδίδουν καλύτερα τις διαφοροποιήσεις και προσφέρουν μια πληρέστερη απεικόνιση της λειτουργικής ποικιλότητας (Valdez et al., 2023).

Η σημασία του φαινομένου είναι ζωτικής σημασίας για την εξήγηση οικοσυστημικών λειτουργιών όπως η παραγωγικότητα ή ο κύκλος μεταβολισμού θρεπτικών συστατικών, με τη βοήθεια της θεωρίας BEF (Biodiversity – Ecosystem Functioning) (Cadotte et al., 2011). Η λειτουργική ποικιλότητα μπορεί επίσης να αποσαφηνίσει τη δομή της κοινωνίας του οικοσυστήματος και τη σύνθεσή του και να αναδείξει ποιοι τομείς των λειτουργιών ενός οικοσυστήματος έχουν την υψηλότερη ευπάθεια. Τέλος, μπορεί να αποδώσει ακριβώς το ποιες ανθρώπινες παρεμβάσεις και σε ποιο βαθμό επηρεάζουν την οικοσυστημική λειτουργικότητα (Dussault, 2019).

7.1 Διαταραχή λειτουργικής ποικιλότητας

Είναι σαφές ότι ο βασικός παράγοντας αποσταθεροποίησης της λειτουργικής ποικιλότητας είναι η ανθρώπινη δραστηριότητα. Με τη συχνότητα που ο άνθρωπος αλλοιώνει τα οικοσυστήματα, είδη εξαφανίζονται. Συνεπώς, χάνονται πολύτιμες λειτουργίες τα οποία αυτά επιτελούσαν εντός των οικοσυστημάτων.

Η υγεία του εδάφους καθορίζεται από τη δυνατότητά του να διατηρεί τη βιολογική του παραγωγικότητα, από την ικανότητά του να συντηρεί τον αέρα και τα υδάτινα περιβάλλοντα πλησίον του ποιοτικά και από την ικανότητά του να συνδράμει στην υγεία φυτών, ζώων και του ανθρώπου. Μεγαλύτερη απειλή για το έδαφος αποτελεί η ανθρώπινη δραστηριότητα. Βιομηχανικά λύματα, ζιζανιοκτόνα, παράγωγα πετρελαίου και βαρέα μέταλλα καθορίζουν την υγεία του εδάφους και κατά συνέπεια την υγεία των φυτών, των ζώων και των ανθρώπων. Ειδικά σε περιοχές ρυπασμένες από βαρέα μέταλλα, όπως ο μόλυβδος, το νικέλιο, το αρσενικό, το κάδμιο, το χρώμιο, ο υδράργυρος, το ραδόνιο, ο χαλκός και ο ψευδάργυρος, παρατηρείται πτώση του ρυθμού βλάστησης, μειωμένη ανάπτυξη ριζών, στασιμότητα ανάπτυξης, ακόμα και νέκρωση φυτών (Park et al., 2011). Βαρέα μέταλλα ανιχνεύονται και εκ της ατμόσφαιρας, ως εναπόθεση αερίων ρύπων σε δέντρα και φυτά. Επίσης επηρεάζονται όλοι οι μικροοργανισμοί που διαβιούν στο υπέδαφος, οι μικροκοινότητες χλωρίδας όπως μύκητες, φύκια και οι νηματώδεις. Η αλυσιδωτή αντίδραση που προκαλείται εκ της απελευθέρωσης βαρέων μετάλλων, προκαλεί διαταραχή της βιοποικιλότητας και συνεπώς επηρεάζει όλα τα οικοσυστήματα, τα είδη και φυσικά, τον άνθρωπο (Mishra et al., 2019).

Ένας άλλος τρόπος που παρεμβαίνει ο άνθρωπος είναι ο κατακερματισμός των οικοσυστημάτων σε μικρότερα με στόχευση στην καλύτερη οικονομική τους εκμετάλλευση. Αυτό όμως έχει το τίμημα του να χάνονται κρίκοι της αλυσίδας των λειτουργιών που επιτελούσε ως εκείνη τη στιγμή το κάθε οικοσύστημα. Επηρεάζονται τα ενδιαίτηματα και η δυνατότητα των οικοσυστημάτων να απορροφήσουν τις αλλαγές που επέρχονται (Dussault, 2019).

Η ρύπανση του περιβάλλοντος, ανθρώπινης επίσης αιτιότητας, φυσικά έχει μεγάλο μερίδιο ευθύνης μιας και ακόμα και σε μικρο-επίπεδο, παρατηρείται απώλεια λειτουργικών χαρακτηριστικών σε κοινότητες μικροβίων. Η ρύπανση ενοχοποιείται για την εξαφάνιση ολόκληρων ειδών, πόσο μάλλον για την απώλεια λειτουργικής ποικιλότητας. Η υπερεκμετάλλευση επίσης απαντάται και εδώ (υπεραλιεία, υπερβόσκηση, υπερθηρία και άναρχη γεωργική πολιτική) (Kelley et al., 2018).

Θα πρέπει όμως να γίνει μια υπόμνηση εδώ για το γεγονός ότι η πολυπλοκότητα των σχέσεων και διαδράσεων μεταξύ των ειδών κάνει πιο σύνθετη το πρόβλημα. Μπορεί ένα χαρακτηριστικό να είναι σε μεγάλη αφθονία και να είναι βιώσιμη η λειτουργικότητά του οικοσυστήματος ακόμα και αν αυτό μειωθεί. Κάλιστα μπορεί να παρατηρηθεί και βελτιστοποίηση του λειτουργικού του αποτυπώματος μετά από αυτή τη μείωση. Άρα δεν είναι πανάκεια μια πολιτική μηδενικής παρέμβασης. Αυτό που χρειάζεται είναι μελέτη, προσαρμοστικότητα και χρήση αξιόπιστων εργαλείων για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

7.2 Συνέπειες διαταραχής λειτουργικής ποικιλότητας

Η λειτουργική ποικιλότητα διασφαλίζει τη σταθερότητα, λειτουργικότητα και υγεία των οικοσυστημάτων (Goswami et al., 2017). Εφόσον αυτή διαταραχθεί, προκύπτει σειρά προβλημάτων.

Αρχικά παρατηρείται μείωση της λειτουργικότητας σε ό,τι αφορά στην πρωτογενή παραγωγή, την αποσύνθεση, τον κύκλο μεταβολισμού των θρεπτικών στοιχείων και τη γονιμοποίηση. Με τη σειρά της επηρεάζεται η δυνατότητα του οικοσυστήματος στην παραγωγή τροφίμων, στην παραγωγή καθαρού αέρα και στον καθαρισμό του νερού (Souza et al., 2023).

Τα οικοσυστήματα χάνουν την ανθεκτικότητά τους και τη σταθερότητά τους. Αδυνατούν να ανταποκριθούν ακόμα και σε μικρής κλίμακας φυσικά φαινόμενα. Είδη απειλούνται και σταδιακά εξαφανίζονται και ο κύκλος της εξασθένησης ξεκινά εκ νέου με μεγαλύτερο αποτύπωμα. Εισβολικά είδη βρίσκουν πρόσφορο έδαφος μιας και αντιμετωπίζουν μικρότερη αντίσταση και λιγότερους φυσικούς εχθρούς. Είδη που ανήκαν στο οικοσύστημα σε τέτοιες περιπτώσεις συχνά αναγκάζονται να μεταναστεύσουν ή εξαφανίζονται (Petchey and Gaston, 2002). Καθοριστικής σημασίας είναι και η διαταραχή της δομής και της δυναμικής των βιολογικών κοινοτήτων. Εφόσον διαταράσσονται τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των ειδών, διαταράσσονται και οι σχέσεις μεταξύ των ειδών. Αλλάζει η τροφική αλυσίδα και αυξάνεται η ευαλωτότητα των οικοσυστημάτων (Biswas and Mallik, 2011).

7.3 Διατήρηση λειτουργικής ποικιλότητας

Το πρώτο βήμα προς τη διατήρηση της λειτουργικής ποικιλότητας είναι η κατανόησή της. Μελετώντας ένα οικοσύστημα θα πρέπει να υπάρχει όσο δυνατόν σαφέστερη εικόνα των λειτουργιών που επιτελούνται από τα συγκεκριμένα είδη που διαβιούν σε αυτό. Μόνο σε αυτή την περίπτωση, εκμεταλλευόμενοι και πρότερη εμπειρία από παρόμοια περιβάλλοντα, μπορούν να εκπονηθούν στρατηγικές διαφύλαξης της λειτουργικής ποικιλότητας.

Καθοριστικής σημασίας είναι και η έγκαιρη διάγνωση των χαρακτηριστικών που είναι πιο επιρρεπή σε διαταραχή. Έγκαιρες, μικρές διορθωτικές παρεμβάσεις μπορεί να μην είναι δομικά σύνθετες και η εφαρμογή τους να αναστρέφει πιο εύκολα την όποια αρνητική διαδικασία είχε ξεκινήσει. Αυτό επιβάλλει την επαρκή περιγραφή του οικοσυστήματος, των ειδών και των λειτουργιών του για να καθοριστούν στη συνέχεια οι κόκκινες ζώνες όπου η παρακολούθηση θα είναι στενή για πιθανές διαταραχές (Mason, 2005).

Στο ίδιο πλαίσιο, απαραίτητος είναι και ο καθορισμός των ειδών «κλειδιά» του οικοσυστήματος, στα οποία θα πρέπει να δοθεί προτεραιότητα στην παρακολούθηση μιας και το αποτύπωμα της διαταραχής τους θα είναι μεγαλύτερο στη λειτουργική ποικιλότητα. Ομοίως, οι στρατηγικές προστασίας θα πρέπει να επικεντρώνονται στην προστασία των ειδών που έχουν καθοριστικούς ρόλους στο οικοσύστημα, αλλά και στα είδη που έχουν μοναδικότητα λειτουργιών, που δεν απαντάται σε άλλο είδος. Η αποκατάσταση των ενδιαιτημάτων, ο ορισμός προστατευόμενων περιοχών και οι εξατομικευμένες παρεμβάσεις επί συγκεκριμένων ειδών κινούνται σε αυτή την κατεύθυνση (Shukla, 2023).

Σε ό,τι αφορά στην ανθρώπινη παρέμβαση η βιώσιμη διαχείριση των οικοσυστημάτων είναι μονόδρομος. Πρέπει να μπει ένα τέλος στον κατακερματισμό των οικοσυστημάτων, στη ρύπανση και να υιοθετηθούν πολιτικές ορθής αγροτικής και βιομηχανικής ανάπτυξης. Η ενσωμάτωση της λειτουργικής ποικιλότητας και της διαφύλαξής της στη διαδικασία λήψης αποφάσεων αφορά σε μεγάλο βαθμό και τους νομοθέτες.

7.4 Δυνητικές αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου

Η υγεία και ευημερία του ανθρώπου εξαρτάται κατά πολύ από το περιβάλλον, συνεπώς και από τη λειτουργική ποικιλότητα και μια πιθανή διαταραχή της. Το εύρος των λειτουργιών που μπορεί να επηρεαστούν από την διαταραχή της λειτουργικής ποικιλότητας είναι τέτοιο, που ο αντίκτυπος στην υγεία του ανθρώπου είναι σημαντικός. Αυτές οι συνέπειες μπορεί να είναι άμεσες ή έμμεσες.

Αρχικά, η λειτουργική ποικιλότητα έχει ευθεία σύνδεση με τη διατροφική ασφάλεια. Και ποσοτικά και ποιοτικά οι τροφές που παράγονται σε ένα οικοσύστημα καθορίζονται και από τη λειτουργική ποικιλότητα του συστήματος. Ειδικά σε περιοχές όπου η προμήθεια επαρκούς τροφής εναπόκειται κυρίως στην τοπική παραγωγή, αυτό το πρόβλημα μπορεί να εξελιχθεί σε τροχοπέδη ανάπτυξης.

Ομοίως και για την παροχή καθαρού νερού, η απώλεια λειτουργικών χαρακτηριστικών ειδών ή του οικοσυστήματος μπορεί να είναι καταδικαστική (Esquivel et al., 2020). Πλήθος νοσημάτων μεταδιδόμενων με το νερό θα βρουν και σε αυτή την περίπτωση πρόσφορο έδαφος ανάπτυξης και διάδοσης (Bossart, 2011).

Η ρύθμιση του κλίματος είναι καθοριστική για την υγεία του ανθρώπου. Η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη προκαλεί σειρά προβλημάτων τόσο στη φύση γενικότερα όσο και στην υγεία του ανθρώπου, όπως η θερμοπληξία, τα αναπνευστικά προβλήματα, η εξάπλωση μεταδοτικών ασθενειών, η καρκινογένεση και η απώλεια της ζωής. Η λειτουργική ποικιλότητα, όταν είναι επαρκής, συντελεί στην άριστη ρύθμιση του κλίματος, κάνοντας τα περιβάλλοντα πολύ καλά ανεκτά από τον άνθρωπο (Miller and Spoolman, 2024).

8 Διατήρηση Βιοποικιλότητας

Το θεωρητικό πλαίσιο που παρουσιάστηκε καθιστά προφανή την απόλυτη σύνδεση της βιοποικιλότητας με την ανθρώπινη υγεία και ευημερία. Καθιστά όμως προφανές και το πώς η διαταραχή της υπονομεύει και την μακροημέρευση του πλανήτη συνολικά. Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μια απόπειρα να καταδειχθούν οι προκλήσεις για το μέλλον της διατήρησης της βιοποικιλότητας.

8.1 Καθορίζοντας προτεραιότητες

Η απώλεια ειδών κινείται με δυσθεώρητους ρυθμούς. Σε σχέση με το παρελθόν, χάνονται είδη με πολλαπλάσιο ρυθμό. Καταβάλλονται προσπάθειες για την εφαρμογή μιας διακρατικής δράσης στην κατεύθυνση της προστασίας της βιοποικιλότητας αλλά προκύπτει ένα πρόβλημα. Τα κράτη που καθορίζουν τη χρηματοδότηση και έχουν τον ηγετικό ρόλο στην προσπάθεια, είναι τα κράτη στα οποία καταλήγει το 90% της χρηματοδότησης (Brooks et al., 2006).

Η διαταραχή της βιοποικιλότητας όμως είναι ανομοιόμορφη και περιοχές πτωχές, που ασκούν πολιτικές υπερεκμετάλλευσης των φυσικών πόρων προκειμένου να αντιμετωπίσουν επισιτιστικές κρίσεις, καταλήγουν να έχουν ανεπαρκή βοήθεια και σε επίπεδο χρηματοδότησης, όπως και σε επίπεδο τεχνογνωσίας. Είναι σαφές, ότι θα πρέπει να συμφωνηθεί ένα πλαίσιο προτεραιοποίησης ειδών, περιοχών και δράσεων για να σωθούν κρίσιμοι κρίκοι της αλυσίδας λειτουργικότητας των οικοσυστημάτων (Mittermeier et al., 2003).

Η επιστημονική κοινότητα όμως καλείται να απαντήσει και σε ένα άλλο πολύ σημαντικό και απαιτητικό ερώτημα: τι πρέπει να προτεραιοποιηθεί; Τα «αναντικατάστατα» είδη ή αυτά που είναι ευπαθή; Έχουν προταθεί διάφορα μοντέλα μελέτης αυτού του ερωτήματος με δυνατά και αδύνατα σημεία (Sarkar et al., 2006), (Brooks et al., 2006). Η ποικιλότητα των αποτελεσμάτων πιθανότατα προκύπτει από διαφορετικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις. Υπάρχουν όμως και κοινές συλλογές σε όλες τις προσπάθειες. Μια πρόσφατη κατηγοριοποίηση για τη ευπάθεια των ειδών προτείνει τη μελέτη περιβαλλοντικών και γεωχωρικών μεταβλητών, τη μελέτη της γεωγραφικής εξάπλωσης των ειδών και τη γνώμη των ειδικών (Dawson et al., 2011).

Ιδιαίτερης σημασίας φαίνεται ότι είναι η απώλεια ενδιαιτημάτων, μιας και αποδεικνύεται βιβλιογραφικά ότι συνδέεται άμεσα με την απώλεια βιοποικιλότητας. Η χρήση της όμως ως δείκτη ευπάθειας έχει κάποια μειονεκτήματα. Δεν είναι εύκολη η παρακολούθηση των οικοσυστημάτων σε σχέση με αυτήν τη μεταβλητή, δεν μπορεί να προβλέψει την επιρροή απειλών όπως τα εισβολικά είδη ή η υπερθηρία και τέλος δεν συνδέεται με «εκ των προτέρων» διάγνωση και δράσεις, αλλά «εκ των υστέρων» (Brooks et al., 2006).

Σε μια άλλη μελέτη καταδεικνύεται ότι ο καθορισμός μιας περιοχής ως “hotspot” με αυξημένη ανάγκη παρέμβασης, είναι ευθέως συνδεδεμένη με την πυκνότητα κάλυψης της ευρύτερης περιοχής πληθυσμιακά από τον άνθρωπο. Άρα, οι περιοχές με ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Ενώ καλύπτουν το 44% της γης, κατοικούνται μόνο από το 3% του παγκόσμιου πληθυσμού (Mittermeier et al., 2003).

Παρά τις διαφορές στη μεθοδολογία, σιγά-σιγά προκύπτει μια εικόνα για το ποιες θα πρέπει να είναι οι άμεσες προτεραιότητες για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας στον πλανήτη, με τα τροπικά οικοσυστήματα και τα οικοσυστήματα κλειστού τύπου, όπως η Μεσόγειος να χαρακτηρίζονται ως καθοριστικά. Η πίεση από τους διάφορους δωρητές στην επιστημονική κοινότητα για σαφή συμπεράσματα στην κατεύθυνση του καθορισμού του σχεδίου δράσης μπορεί να αποτελέσει επαρκές κίνητρο για την περαιτέρω μελέτη των δεδομένων (Valavanidis and Vlachogianni, 2011).

8.2 Ο ρόλος της τεχνολογίας

Ουσιαστικό λόγο για την καθυστέρηση στον καθορισμό ενός παγκοσμίου σχεδίου διατήρησης της βιοποικιλότητας αποτελεί και η δυσχέρεια στη συλλογή δεδομένων. Πλείστες φορές οι διαφορές δύναται να γίνουν αντιληπτές όταν πλέον είναι τετελεσμένες, όταν είναι ορατές ακόμα και στο γυμνό μάτι. Η επιστημονική κοινότητα χρειάζεται εγκαίρως στοιχεία, ώστε να σχεδιάσει τη δράση της. Άλλωστε, αν υπάρχει ένας κοινός τόπος στο θέμα της βιοποικιλότητας, αυτός είναι ότι «το προλαμβάνειν κρείττον εστί του θεραπεύειν». Οι απώλειες είναι πλέον μη αναστρέψιμες, όταν έχουν τετελεστεί.

Σε αυτό το πλαίσιο οι τεχνολογικές εξελίξεις θα πρέπει να κινητοποιηθούν. Υπάρχουν εργαλεία, τα οποία θα μπορούσαν -με κάποιου βαθμού τροποποίηση ή χωρίς- να γίνουν αρωγοί στην επιστημονική προσπάθεια. Η τηλεπισκόπηση είναι ένα τέτοιο εργαλείο. Δορυφόροι, αεροσκάφη και drones προσφέρουν πλήθος πληροφοριών στη μελέτη μεγάλων οικοσυστημάτων και ειδών σε ό,τι αφορά στο περιβάλλον, τις κλιματικές συνθήκες και άλλες παραμέτρους. Οι παρατηρήσεις αυτές δίνουν στοιχεία για τις αλλαγές ανά περιοχή ή ανά χρονικές περιόδους. Παρέχουν πολύτιμη πληροφορία για το πώς λειτουργεί και για το πώς μεταβάλλεται ένα οικοσύστημα συν τω χρόνω. Δεδομένα θερμοκρασίας και κλίματος, δεδομένα βλάστησης, δεδομένα διαθεσιμότητας υδάτινων πόρων και θέματα κατανομής των ειδών γεωγραφικά βοηθούν την επιστημονική κοινότητα στον καθορισμό ενός πλάνου δράσης (Turner, 2014).

Η τηλεπισκόπηση επικουρείται από επίγεια -(in situ)- τεχνολογικά εργαλεία όπως τοπικοί σταθμοί, κάμερες, drones, συστήματα ηχητικής καταγραφής, ηλεκτρονικές ετικέτες, κινητά τηλέφωνα κοκ. Είναι σαφές, από την παράθεση αυτών των μέσων, ότι η ραγδαία εξέλιξη των δυνατοτήτων τους τα καθιστά ζωτικής σημασίας στην προσπάθεια. Λαμβάνονται στοιχεία για τις συνθήκες, τη συμπεριφορά, την αφθονία και την κοινωνική οργάνωση των ειδών. Επίσης, γίνονται παρατηρήσεις που δεν μπορούν να γίνουν από τα μέσα τηλεπισκόπησης. Γενετικές πληροφορίες, είδη και οικοσυστήματα μη ορατά από την τηλεπισκόπηση αποκαλύπτονται από τα in situ εργαλεία (Mestanza-Ramón et al., 2020).

Είναι εκ των ων ουκ άνευ η ενοποίηση αυτού του δικτύου πληροφοριών για την εξαγωγή πολύτιμων συμπερασμάτων. Αυτές οι βάσεις δεδομένων θα καθορίσουν το πλάνο δράσης για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας.

8.3 Ex situ και in vitro παρεμβάσεις

Πάνω από το 50% των φυτών παγκοσμίως, είναι ενδημικό σε 34 παγκόσμια “hotspots” βιοποικιλότητας. Κάποτε αυτά τα 34 οικοσυστήματα κατελάμβαναν το 15.7% της γης. Πλέον,

καταλαμβάνουν το 2,3% (Reed et al., 2011). Πολλά είδη πλέον απειλούνται με εξαφάνιση λόγω αυτής της γεωγραφικής καταπίεσης και καθημερινά η βιοποικιλότητα δέχεται πλήγμα. Εξ αυτών καθίσταται σαφές ότι οι παρεμβάσεις *in situ* δεν θα επαρκέσουν και θα πρέπει να υπάρξει και επικουρία από παρεμβάσεις *ex situ* και *in vitro*.

Σε ό,τι αφορά στις εκτός πεδίου παρεμβάσεις, είναι αρκετά διαδεδομένες οι προσπάθειες διαφύλαξης των ειδών σε παγκόσμιες τράπεζες σπόρων, αποθήκευση σπέρματος, ιστών και αυγών. Πολλά είδη μπορούν να διαφυλαχθούν με αυτό τον τρόπο και να αποτελέσει αυτή η συλλογή μια παρακαταθήκη για το μέλλον. Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η παγκόσμια τράπεζα σπόρων του Σβάλμπαρντ, όπου είναι αποθηκευμένοι πάνω από ένα εκατομμύριο σπόροι, σε μια προσπάθεια διασφάλισης της ύπαρξής τους σε πιθανότητα πολεμικής σύρραξης ή πανδημίας (Westengen et al., 2013). Επίσης, η Παγκόσμια Στρατηγική για τη Διατήρηση Φυτών, που έχει υπογραφεί από περισσότερες από 180 χώρες το 2002, προωθεί ένα ολοκληρωμένο πλάνο εκπαίδευσης και ευαισθητοποίησης. Στα κείμενα των συμπερασμάτων της αναφέρεται και η ανάγκη για περαιτέρω ανάπτυξη της λύσης της φιλοξενίας ειδών εντός βοτανικών κήπων, ζωολογικών πάρκων και ενυδρείων, μία λύση που συνδυάζει τη διαφύλαξη ειδών και την ασφαλή επαφή τους με τον άνθρωπο (Convention on Biological Diversity, 2012).

Για πολλά είδη όμως δεν αποτελούν εναλλακτική αυτών των ειδών οι μέθοδοι διαφύλαξης. Η βλάστηση σπόρων, ο αγενής πολλαπλασιασμός και οι μέθοδοι εγκλιματισμού υπό αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες, μπορούν να προσφέρουν στην κατεύθυνση της διατήρησης της βιοποικιλότητας μέσω της κρυοσυντήρησης, της μετεγκατάστασης πληθυσμών και της επανεισαγωγής ειδών σε ένα οικοσύστημα (Dawson et al., 2011; Suple and Shapiro, 2018). Οι *in vitro* τεχνικές παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες και για την ανάπτυξη και εξέλιξη των ειδών, πληροφορίες που δεν θα μπορούσαν να είχαν εξαχθεί από την παρακολούθηση των ειδών στο φυσικό τους περιβάλλον (Cruz-Cruz et al., 2013).

Περιορισμοί βέβαια υπάρχουν και σε αυτή την περίπτωση με την σπανιότητα των ειδών που πρέπει να διασωθούν να αποτελεί βασική τροχοπέδη. Είναι δυσκολότερη η εύρεση κατάλληλου υλικού για την εκκίνηση της διαδικασίας. Μερικές φορές είναι τέτοια η σπανιότητα που δεν αποτολμάται η απομάκρυνση υλικού. Πολλά από τα είδη δεν μπορούν να αποθηκευτούν σε συνθήκες κρυοσυντήρησης ή δεν έχουν καν σπόρους προς φύλαξη. Επιπρόσθετοι περιορισμοί στην *ex situ* διατήρηση είναι το πολύ υψηλό κόστος συντήρησης, το ότι η κάθε αποθηκευμένη μονάδα προστατεύει ένα είδος μόνο, η μεγάλη δυσκολία επανεισαγωγής του είδους στη φύση και τέλος το ότι δεν έχουν ακόμα αναπτυχθεί μέθοδοι αναπαραγωγής (Gonzalez-Arno et al., 2014).

Αν συγκριθούν οι παρεμβάσεις *in situ* και *ex situ*, προκύπτει το συμπέρασμα ότι η *in situ* διατήρηση των ειδών υπό εξαφάνιση μπορεί να είναι η καλύτερη επιλογή, αλλά από μόνη της δεν επαρκεί για την εξασφάλιση της επιβίωσης των ειδών. Άρα απαιτείται συνδυασμός των δύο μεθόδων στο πλαίσιο της στρατηγικής διατήρησης των ειδών. Τα εργαλεία *ex situ*, που αναφέρθηκαν στο συγκεκριμένο υποκεφάλαιο, μπορούν να προσφέρουν στην κατεύθυνση της συνδυαστικής δράσης και να παρέχουν εναλλακτικές μεθόδους πολλαπλασιασμού και φύλαξης. Τέλος, η μοριακή βιολογία και η γενετική καλούνται να αναπτύξουν πιο αποτελεσματικές τεχνολογίες σε αυτήν την κατεύθυνση (Reed et al., 2011).

8.4 Πρόσθετες σημειώσεις

Μία πρόσθετη παράμετρος στη μάχη για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας αφορά στο εξής ερώτημα: τι είναι «φυσιολογικό»; Τι γίνεται στο πλαίσιο αυτοδιαχείρισης του οικοσυστήματος και σε τι αφορά μια επικίνδυνη εκτροπή; Σε αυτά τα ερωτήματα μπορούν να βοηθήσουν δεδομένα που προκύπτουν από μελέτες που ερευνούν παλαιο-οικολογικά στοιχεία. Τέτοια στοιχεία είναι τα διάφορα απολιθώματα, σπόροι, καρποί, στοιχεία από την δενδροχρονολόγηση κ.ο.κ. Σε αυτή την περίπτωση, μπορεί να προκύψουν πληροφορίες κρίσιμες, για την κατεύθυνση και τη στόχευση που πρέπει να υιοθετήσει η επιστήμη της διαφύλαξης της βιοποικιλότητας (Willis and Birks, 2006). Ο καθορισμός των μακροπρόθεσμων στόχων μπορεί να είναι σε αυτή την περίπτωση πιο ασφαλής, αποκλείοντας φυσιολογικές παρεκκλίσεις από τον χαρακτηρισμό τους ως επικίνδυνα φαινόμενα (Costanza and Mageau, 1999).

Τέλος, ειδική μνεία πρέπει να γίνει στον ρόλο του ανθρώπου και των αποφάσεων που έχει πάρει το ανθρώπινο είδος για το τι αποτελεί πρόοδο, ανάπτυξη και εξέλιξη. Η ανθρώπινη παρουσία συνδέεται με υπερεκμετάλλευση των πόρων, κατακερματισμό των οικοσυστημάτων, εξαφάνιση ειδών και διαταραχή της λειτουργικής και γενετικής ποικιλότητας. Αυτού του είδους η «ανάπτυξη» πρέπει να σταματήσει άμεσα. Μόνο τα μοντέλα βιώσιμης ανάπτυξης με απόλυτο σεβασμό στο περιβάλλον παρέχουν μέλλον στον πλανήτη (Miller, 2005).

Η αποξένωση από τη φύση χειροτερεύει την εικόνα. Άνθρωποι που ζουν σε αστικά περιβάλλοντα, με μηδενική επαφή με τη φύση, άνθρωποι που δεν γνωρίζουν βασικές λειτουργίες που διενεργούνται εντός του φυσικού περιβάλλοντος και καθορίζουν την επιβίωση του ανθρωπίνου είδους, ακούν ως ανούσιες απειλές τις επικλήσεις των επιστημόνων. Οι νέες γενεές απομακρύνονται ακόμα περισσότερο από τη φύση. Τα παιδιά περνούν λιγότερο χρόνο στη φύση. Δεν αναγνωρίζεται στη φύση ο ρόλος της και το αντίκτυπο που έχει στη σωματική και ψυχική υγεία του ανθρώπου, λόγω άγνοιας. Παρατηρείται ένα πολύ επικίνδυνο φαινόμενο. Ένα φαινόμενο εξαφάνισης όχι κάποιου είδους σε αυτή την περίπτωση, αλλά η εξαφάνιση της εμπειρίας, της βίωσης της φύσης. Σε αυτή την περίπτωση είναι πολύ δύσκολη η κινητοποίηση των ανθρώπων στην κατεύθυνση της προστασίας του περιβάλλοντος και της βιοποικιλότητας, μιας και δεν υπάρχει κίνητρο (Miller, 2005).

Λύση σε αυτό σύμφωνα με τους περιβαλλοντικούς ψυχολόγους αποτελεί η επανένωση των παιδιών με τη φύση. Αλλά όχι σε ένα επίπεδο αστικών πάρκων ή παιδικών χαρών. Η διεπαφή με αυτού του είδους τους χώρους πρασίνου δεν χαρακτηρίζεται από την εμβάθυνση στη σχέση ανθρώπου και περιβάλλοντος, που ελπίζει η επιστημονική κοινότητα να επιτευχθεί κάποια στιγμή. Θα πρέπει να υπάρχει πρόσβαση σε ανέγγιχτα από τον άνθρωπο περιβάλλοντα, αφού έχει καταγραφεί μεγαλύτερη εκτίμηση προς τις οικοσυστημικές λειτουργίες στην ενήλικη ζωή των παιδιών όταν υπάρχει μια πρωτογενής επαφή με το περιβάλλον (Miller, 2005).

9 Δυνητικά Οφέλη για την Υγεία

9.1 Σωματική υγεία

Στο πρώτο μέρος αυτής της εργασίας αναφέρθηκαν δυνητικές αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία από τη διαταραχή κάθε μίας από τις συνιστώσες της βιοποικιλότητας. Έγινε μια απόπειρα να καταδειχθούν όλοι εκείνοι οι τομείς υγείας που επηρεάζονται όταν επηρεάζεται δραστικά η ισορροπία του περιβάλλοντος. Σε αυτό το κεφάλαιο, μέσω της ανασκόπησης σχετικών μελετών, θα αποδειχθεί η σχέση καλής σωματικής και ψυχικής υγείας του ανθρώπου και διατήρησης της βιοποικιλότητας (βλ. Chivian, 2002; Lovell et al., 2014; Sandifer et al., 2015; Kilpatrick et al., 2017; Aerts and Van Nieuwenhuysse, 2018; Marselle et al., 2019). Μαζί με την κλιματική αλλαγή, η απώλεια βιοποικιλότητας φαντάζει η σοβαρότερη απειλή περιβαλλοντικά για το ανθρώπινο είδος. Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει αρνητικά τη βιοποικιλότητα και η απώλεια βιοποικιλότητας ευνοεί περαιτέρω την κλιματική αλλαγή (Urban et al., 2016).

9.1.1 Αποτροπή μετάδοσης νοσημάτων

Μία πρώτη περίπτωση είναι τα λοιμώδη νοσήματα που μεταδίδονται από έναν διαβιβαστή (π.χ. κουνούπια). Πρόκειται για νοσήματα που προκαλούνται από παράσιτα, ιούς ή βακτήρια και συχνότερα καταγράφονται σε χώρες του τρίτου κόσμου, με υποβαθμισμένα οικοσυστήματα. Αλλά και στην Ευρώπη πλέον καταγράφονται κρούσματα με αυξητική τάση μιας και η αφθονία των διαβιβαστών είναι μεγάλη λόγω της κλιματικής κρίσης. Επίσης η μετανάστευση και εδραιοποίηση τέτοιων διαβιβαστών σε νέα εδάφη είναι δεδομένο ότι συν τω χρόνω θα προκαλέσει αλλαγές και προσαρμογή τους στα νέα περιβάλλοντα με άγνωστες συνέπειες για τα τοπικά οικοσυστήματα. Αν έχουν όμως μία ελπίδα τα οικοσυστήματα να ανταπεξέλθουν και να αναπτύξουν αυτούς τους μηχανισμούς που θα απορροφήσουν χωρίς καταστροφικές συνέπειες την αλλαγή, αυτή η ελπίδα είναι η ύπαρξη πλούσιας βιοποικιλότητας. Οι επιστήμονες επίσης τονίζουν την ανάγκη εφαρμογής μέτρων ελέγχου των πληθυσμών των διαβιβαστών εντός των τοπικών κοινοτήτων και σε επίπεδο πολιτικής, το εργαλείο του ΠΟΥ για τον έλεγχο των νοσημάτων που μεταδίδονται από διαβιβαστές (GVCR – Global Vector Control Response), θα πρέπει να ενσωματωθεί στο οπλοστάσιο (WHO, 2021).

9.1.2 Οικοσυστημικές Υπηρεσίες

Σε σχετική μελέτη της Lindley (2019), εξετάζεται η σημασία της λειτουργικής ικανότητας ενός οικοσυστήματος σε κρίσιμες παραμέτρους υγείας και ευημερίας του πληθυσμού που διαβιεί σε αυτό το οικοσύστημα ή γύρω από αυτό. Πάρα πολύ κρίσιμες για την υγεία του ανθρώπου υπηρεσίες όπως η καθαρότητα του νερού και του αέρα, η γονιμότητα του εδάφους και το κλίμα ρυθμίζονται κυρίως από τον πλούτο της βιοποικιλότητας του οικοσυστήματος. Εδώ πρέπει να υπάρξει μία στροφή προς τις βιώσιμες μορφές ανάπτυξης για να μειωθεί το ανθρώπινο αποτύπωμα στη φύση. Οι ειδικοί επιστήμονες προτείνουν την εκπαίδευση, που θα αναδείξει τη σχέση μεταξύ βιοποικιλότητας και υγείας και την αξιόπιστη καταγραφή τάσεων και συνδέσεων μεταξύ αίτιου και αιτιατού: ποια λειτουργική απώλεια προκαλεί ποιο θέμα δημόσιας υγείας. Τέλος, προτείνεται ο επανασχεδιασμός της αστικής ανάπτυξης με άξονα την

ενσωμάτωση πρασίνου στις πόλεις και την ελαχιστοποίηση της επιρροής στα φυσικά περιβάλλοντα (Lindley et al., 2019).

9.1.3 Ποιότητα του Αέρα

Μελέτες έχουν αναδείξει τη διασύνδεση υψηλής λειτουργικότητας οικοσυστημάτων και της ποιότητας του αέρα. Εντός των φυσικών περιβαλλόντων μειώνεται η έκθεση του ανθρώπου σε ρύπους και τοξικά μέταλλα με την διασκόρπισή τους και με την παροχή καθαρού αέρα (ten Brink et al., 2016). Αυτό έχει άμεσο αντίκτυπο στην υγεία των ανθρώπων. Η συχνότητα του άσθματος π.χ. μειώνεται έως 29% από την απλή αύξηση των δέντρων που υπάρχουν πλευρικά στους δρόμους (Carlisle, 2011). Ειδικά μια και οι πιο επιρρεπείς σε αναπνευστικά προβλήματα είναι τα παιδιά και οι ηλικιωμένοι, καταλαβαίνει κανείς τα οφέλη ακόμα και από μικρής κλίμακας παρεμβάσεις (Lonasi, et al., 2008). Η έκρηξη της συχνότητας των αλλεργιών έχει να κάνει με τη διαταραχή των οικοσυστημάτων μιας και πρώτον, οι ρύποι δεν συγκρατούνται και καταλήγουν στις κατοικημένες περιοχές όπου και εισπνέονται και δεύτερον, σε ένα ασταθές οικοσύστημα βρίσκουν ευκαιρία εισβολικά είδη να εισέλθουν, με αποτέλεσμα την έκθεση των ανθρώπων σε νέα αλλεργιογόνα (Damialis, et al., 2019).

9.1.4 Καθαρότητα Νερού

Η πρόσβαση σε καθαρό νερό είναι θεμελιώδης προϋπόθεση επιβίωσης του ανθρωπίνου είδους. Πολλές βασικές διεργασίες και ανθρώπινες δραστηριότητες όπως η γεωργία, οι ιχθυοκαλλιέργειες, οι οστρακοκαλλιέργειες, η βιομηχανία και οι υποδομές καθίσταται αδύνατον να λειτουργήσουν εφ' όσον δεν υπάρχει πρόσβαση σε νερό (Marselle et al., 2021). Η βιοποικιλότητα είναι θεματοφύλακας της παροχής νερού. Μέσω διαδικασιών όπως η κάθαρσή του, ο κύκλος των ατμοσφαιρικών αερίων, όπως επίσης και ο έλεγχος της διάβρωσης των εδαφών και της καθίζησής τους, δημιουργούνται ιδανικές συνθήκες για την επιβίωση και του ανθρώπου και του οικοσυστήματος εν συνόλω. Επίσης ένα υψηλής λειτουργικότητας οικοσύστημα ελαχιστοποιεί την έκθεση του ανθρώπου σε υδατογενή νοσήματα και έχει μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα έναντι βίαιων αλλαγών (πχ πλημμύρες) (Marselle et al., 2021). Άμεσης αντιμετώπισης χρήζει η ανισότητα στην πρόσβαση σε καθαρό νερό και σύμφωνα με τον ΠΟΥ (2021), σχεδόν το 20% των επιδημιών στην Ευρώπη αποδίδονται στην ανεπαρκή παροχή και καθαρότητα του νερού.

9.1.5 Ασφάλεια των τροφίμων

Σε ό,τι αφορά στην ασφάλεια τροφίμων παρατηρείται η άμεση σύνδεση μεταξύ αυτής και της διατήρησης της βιοποικιλότητας. Ένα ισορροπημένο οικοσύστημα παρέχει ποικίλες τροφές, επαρκείς ποσοτικά και ποιοτικά για τη διατροφή των εξαρτώμενων από αυτό ατόμων. Η βιοποικιλότητα μιας περιοχής αποτελεί δικλείδα ασφαλείας σε περιόδους παραγωγικής αβεβαιότητας (εναλλαγή εποχών, ευαλωτότητα εκ της κλιματικής αλλαγής) (Muluneh, 2021). Η γονιμότητα του εδάφους, η επικονίαση, ο κύκλος μεταβολισμού των θρεπτικών συστατικών και η φυσική αντιμετώπιση παρασίτων και νοσημάτων, εναπόκεινται στο εύρος της λειτουργικής ποικιλότητας των οικοσυστημάτων. Η υπερεντατικοποίηση της αγροτικής

παραγωγής όμως οδηγεί με μαθηματική ακρίβεια στη μείωση των επικονιαστών και στην ομογενοποίηση των πληθυσμών των εντόμων. Αυτό με τη σειρά του ευνοεί την επικράτηση κυρίως συνανθρωπικών ειδών με αποτέλεσμα τη πτώση της οικοσυστημικής λειτουργικότητας.

Ο βαθμός εξάρτησης της ασφάλειας των τροφίμων από τη διατήρηση της βιοποικιλότητας είναι απολύτως προφανής. Όπως επίσης προφανής είναι και η οικονομική εξάρτηση λαών ολόκληρων από την αγροτική παραγωγή (Pimentel et al., 1997). Μάλιστα, όσο πιο ατελείς οι υποδομές σε μια κοινότητα, τόσο μεγαλύτερη είναι αυτή η εξάρτηση (DeLong, 2006).

9.1.6 Φαρμακευτική Επιστήμη

Μέχρι το 2019, 185 φάρμακα για τον καρκίνο αδειοδοτήθηκαν. Εξ αυτών, το 65% προήλθαν ή ενεπνεύσθησαν από τη φύση. Περίπου άλλα 60.000 είδη (φυτά, ζώα, μύκητες και μικρόβια) χρησιμοποιούνται για τις φαρμακευτικές, θεραπευτικές ή αρωματικές ιδιότητες (Watson et al., 2019).

Πάνω από το 60% του πληθυσμού παγκοσμίως βασίζεται στη βιοποικιλότητα της φύσης για την παραγωγή φαρμακευτικών προϊόντων πρωτοβάθμιας περίθαλψης. Σε αναπτυσσόμενες χώρες, αυτό το ποσοστό μπορεί να αγγίξει το 80% (Newman and Cragg, 2020). Εντυπωσιακά νούμερα, ειδικά αν λάβει κανείς υπ' όψιν το γεγονός ότι ο βαθμός εκμετάλλευσης των ειδών φαρμακευτικά, θα μπορούσε να είναι έτι υψηλότερος με τα καταγεγραμμένα είδη που υπάρχουν.

Η γεωργική παραγωγή μεγάλου εύρους όμως, προκαλεί την απώλεια γενετικής ποικιλότητας και την επικράτηση πιο απλών δομών, μειωμένων δραστικών δυνατοτήτων. Έτσι, δεν καθίσταται δυνατή η φαρμακευτική εκμετάλλευση των ειδών στο μέγιστο. Κάποια από τα είδη, είτε χάνουν γενετική ποικιλότητα είτε εξαφανίζονται τελείως, στερώντας σημαντικά οφέλη από την φαρμακευτική επιστήμη. Συνεπώς, η πλούσια βιοποικιλότητα διευρύνει τους ορίζοντες της φαρμακευτικής επιστήμης, δίνει προοπτικές για ανακάλυψη νέων ιδιοτήτων των ειδών, προσφέροντας ελπίδα για αντιμετώπιση παθήσεων με καλύτερα αποτελέσματα (Kingston, 2011).

9.1.7 Μικροκλίμα – Αντιμετώπιση Θερμοπληξίας

Ανέκαθεν η φύση παρείχε μηχανισμούς ρύθμισης του κλίματος σε αστικά και μη αστικά περιβάλλοντα. Στις πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές αυτή η υπηρεσία λαμβάνει άλλη σημασία, επειδή οι θερμοκρασίες, που παρατηρούνται, είναι σημαντικά υψηλότερες από αυτές των αγροτικών περιοχών. Η κλιματική κρίση είναι εδώ και τα αποτελέσματα της υπερθέρμανσης του πλανήτη καταδεικνύουν πόσο δεδομένα θεωρούνται κάποια πράγματα για τη δημόσια υγεία και πόσο εύκολα διαταράσσονται οι ισορροπίες.

Συνεχώς καταγράφονται νέες υψηλότερες τιμές θερμοκρασίας, υψηλότεροι μέσοι όροι μηνών και ετών. Τα προβλήματα υγείας που σχετίζονται με την άνοδο των θερμοκρασιών επηρεάζουν περισσότερο ευαίσθητους πληθυσμούς με πιο αδύναμο θερμορυθμιστικό

σύστημα: παιδιά, ηλικιωμένοι, άνθρωποι με χρόνια προβλήματα, εγκυμονούσες κοκ (Konats et al., 1999; Hallegatte et al., 2011; Astrom et al., 2013).

Το φαινόμενο της αστικής θερμονησίδας έχει πολύ ισχυρές επιπτώσεις στην υγεία των αστικών πληθυσμών μιας και οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στους πυκνούς αστικούς ιστούς είναι πλέον δύσκολα ανεκτές (Watkins et al., 2007). Η διαφορά στις θερμοκρασίες μεταξύ αστικών περιοχών και προαστίων, είναι στατιστικά σημαντική και ποικίλει ακόμα περισσότερο, ανάλογα με τον βαθμό κάλυψης από βλάστηση (Peng et al., 2012).

Εκ των ανωτέρω είναι σαφές το πόσο σημαντική για την υγεία είναι η θερμορυθμιστική υπηρεσία ενός λειτουργικά εύρωστου οικοσυστήματος. Κάθε καλοκαίρι πλέον καταγράφονται θάνατοι από θερμοπληξία ένας αριθμός των οποίων σίγουρα θα μπορούσε να αποφευχθεί αν περιοριζόταν το φαινόμενο της αστικής θερμονησίδας, το οποίο ευθύνεται για μία διαφορά της τάξεως των 12°C μεταξύ αστικών και αγροτικών περιοχών (Depietri, et al., 2011). Η υψηλή θερμοκρασία επίσης είναι υπεύθυνη για την έκθεση εργαζομένων σε επαγγελματικούς κινδύνους και συνδέεται με πτώση της παραγωγικότητας (Glasper, 2011).

9.1.8 Περιορισμός έκθεσης σε ηχητικούς ρύπους

Σύμφωνα με τον ΠΟΥ (2015), η έκθεση σε θόρυβο είναι πολύ ψηλά στη λίστα των αιτιών δυνητικών προβλημάτων για την υγεία. Θόρυβος υπάρχει στα αστικά περιβάλλοντα, αλλά και στα φυσικά περιβάλλοντα λόγω της βιομηχανικής δραστηριότητας και της διέλευσης μεταφορικών μέσων. Στην Ευρώπη η κύρια πηγή ηχορύπανσης είναι η κίνηση στους δρόμους (Kunc and Schmidt, 2019).

Οι επιπτώσεις στην υγεία έχουν να κάνουν με ωτικές βλάβες και με προβλήματα από την ψυχική σφαίρα. Σε ό,τι αφορά στην ωτική υγεία, καταγράφεται βαρηκοΐα και εμβοές από την υπερέκθεση σε θόρυβο (Basner et al., 2014). Σε ό,τι αφορά στην ψυχική σφαίρα και προβλήματα σε άλλα συστήματα, παρατηρείται ευερεθιστότητα, διαταραχές ύπνου, stress, υπέρταση, επίδραση στον καρδιακό ρυθμό, ακόμα και διαταραχή του μεταβολισμού με πιθανή συσχέτιση με την εμφάνιση σακχαρώδη διαβήτη τύπου II (Münzel et al., 2014). Στα παιδιά τα ευρήματα είναι εντυπωσιακά, με μειωμένη ψυχοκινητική ανάπτυξη, μειωμένη δυνατότητα κατανόησης γραπτού κειμένου, αδυναμία απομνημόνευσης και αδυναμία λύσεως προβλημάτων. Παρατηρείται διάσπαση προσοχής, ευερεθιστότητα και διαταραχές ύπνου (Hygge, 2019). Επίσης, η έκθεση σε νυχτερινούς θορύβους συνδέεται με αυξημένη κατανάλωση αγχολυτικών και υπνωτικών φαρμάκων (Bocquier et al., 2014).

Υπό αυτό το πρίσμα, γίνεται εξαιρετικά ενδιαφέρουσα η καταγραφή του ρόλου της βιοποικιλότητας στη μείωση της ηχορύπανσης. Η πυκνότητα της βλάστησης μιας περιοχής απορροφά ή αντανακλά μέρος του θορύβου με αποτέλεσμα τη μείωση της συνολικής επιβάρυνσης που δέχεται ο άνθρωπος (VanRenterghem, 2014). Υποστηρίζεται μάλιστα, ότι η ύπαρξη βλάστησης επηρεάζει ακόμα και τον τρόπο που αντιλαμβάνεται κάποιος τον θόρυβο, δηλαδή, ακόμα και στην περίπτωση που η βλάστηση δεν είναι επαρκής για να κάνει τη διαφορά. Παρεμβάσεις όπως σιντριβάνια ή η ύπαρξη πτηνών σε ένα θορυβώδες αστικό τοπίο

βελτίωσαν την αίσθηση που είχαν για την κίνηση και τον θόρυβο οι κάτοικοι (Nilsson et al., 2010).

9.1.9 Παιδιά και Περιβάλλον

Η πρόσβαση σε φυσικά περιβάλλοντα είναι ιδιαίτερως σημαντική κατά τη διάρκεια της προγεννητικής περιόδου για την υγεία των εγκύων, των εμβρύων και την καλή έκβαση του τοκετού. Τα νεογνά έχουν ικανοποιητικό βάρος, σπανιότερα εμφανίζουν ατοπία και σε παιδική ηλικία σπανιότερα είναι παχύσαρκα. Η επαφή με το πράσινο ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα και δεν ευνοεί την εμφάνιση χρόνιων φλεγμονωδών νόσων (Dadvand et al., 2012).

9.2 Ψυχική υγεία

Η ψυχική υγεία αποτελεί ύψιστο πρόβλημα για το επίπεδο της δημόσιας υγείας και σύμφωνα με τον ΠΟΥ το 2030 η κατάθλιψη θα είναι παγκοσμίως η βασικότερη υγειονομική απειλή. Φυσικό περιβάλλον και ψυχική υγεία – ευεξία έχουν μια επαρκώς τεκμηριωμένη σχέση (WHO, 2015). Στο παρόν κεφάλαιο θα καταδειχθεί αυτή η σχέση και θα αναδειχθούν οι παράμετροι εκείνες που μπορούν να αποκαταστήσουν τις χαμένες ισορροπίες στη σχέση ανθρώπου και φυσικού περιβάλλοντος.

9.2.1 Παιδιά, φύση και ψυχική υγεία

Έρευνες δείχνουν ότι η επαφή των παιδιών με τη φύση είναι η μόνη ελπίδα για να προκύψει μια επόμενη γενεά με πλήρη επίγνωση των οφελών και των κινδύνων από τη διατάραξη της (Kahn Jr and Kellert, 2002; Taylor and Kuo, 2006). Η απουσία σύνδεσης με βιοποικιλύμορφα οικοσυστήματα ευνοεί την εμφάνιση κάποιων συναισθηματικών, γνωσιακών και σωματικών προβλημάτων, τα οποία έχουν περιγραφεί στη βιβλιογραφία ως σύνδρομο έλλειψης φύσης (ΣΕΦ), (Nature Deficit Disorder – NDD), το οποίο συνδέεται και με την υπερβολική χρήση οθονών, εγείροντας συνολικότερες κοινωνικές ανησυχίες για την υγεία και την ασφάλειά τους (Derr and Lance, 2012; Mustapa et al., 2015). Η κοινωνική ομάδα που έχει πληγεί στον μείζονα βαθμό, τη σημερινή εποχή είναι οι έφηβοι. Το πρόβλημα αποτυπώνεται σκληρά στα καθημερινά συμβάντα βίας στα σχολεία και αλλού, ενώ οι γονείς και η πολιτεία δυσκολεύονται να αντιδράσουν αποτελεσματικά. Πλείστα προγράμματα έχουν ωφελήσει στην κατεύθυνση της αντιμετώπισης του άγχους, του stress και της κατάθλιψης παιδιών και εφήβων, μέσω της επαφής με το φυσικό περιβάλλον και ιδίως με οικόσιτα ή και άγρια ζώα (Kuo and Taylor, 2004; Markevych et al., 2014). Η επαφή με υψηλής λειτουργικότητας οικοσυστήματα χτίζει προσωπικότητες με αυτοεκτίμηση, υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης και καλύτερη δυνατότητα διαχείρισης συναισθημάτων. Τέλος, παιδιά που περνούν χρόνο στη φύση επιδεικνύουν μελλοντικά μεγαλύτερες οικολογικές ευαισθησίες. Παράδειγμα αποτελεί μελέτη του 2013, όπου παιδιά που πέρασαν καλοκαιρινή κατασκήνωση στη φύση είχαν απείρως μεγαλύτερο οικολογικό ενδιαφέρον στη συνέχεια σε σχέση με συνομήλικούς τους οι οποίοι πέρασαν το ίδιο διάστημα σε κατασκήνωση σε αστικό περιβάλλον (Collado et al., 2013).

9.2.2 Διασύνδεση με τη φύση

Ο όρος **διασύνδεση με τη φύση** αναφέρεται στο ότι το φυσικό περιβάλλον αποτελεί μέρος της ταυτότητας του ατόμου και προκύπτει ένα αίσθημα ολότητας και ενότητας μεταξύ ατόμου και περιβάλλοντος. Τούτου δοθέντος, η διαταραχή της βιοποικιλότητας και η ανισορροπία του περιβάλλοντος, έχουν τον ίδιο αντίκτυπο και στα άτομα: ανισορροπία και αίσθηση ανολοκλήρωτου. Όπου καταγράφεται υψηλή διασύνδεση με το περιβάλλον, τα άτομα περνούν περισσότερο χρόνο σε εξωτερικές δραστηριότητες και επιδεικνύουν οικολογική συνείδηση (Zylstra, 2014).

Στα βιομηχανοποιημένα, αστικά τοπία όπου διαμένει η πλειονότητα του πληθυσμού της γης, παρατηρείται μια **αποσύνδεση** στη συνειδητότητα του τι προσφέρει η φύση και η βιοποικιλότητα στον άνθρωπο, ειδικά σε ό,τι αφορά στη διατροφή και την παροχή πρώτων υλών. Το οικείο οικοσύστημα συνδέεται κυρίως με δραστηριότητες ευεξίας και διασκέδασης, με ευκαιρίες αναψυχής, πράγμα που ίσως αφαιρεί «βάρος» από την εμπέδωση της τεράστιας σημασίας που αυτό έχει στη ζωή του ανθρώπου. Έστω όμως έτσι, τα μέλη της κοινότητας αναγνωρίζουν μέρος της σημασίας της βιοποικιλότητας σε επίπεδο ψυχικής υγείας (βλ. Turner et al., 2004; Dean et al., 2011; Nguyen et al., 2023).

Η επανασχεδίαση της σχέσης ανθρώπου και φύσης και η επανασύνδεση με αυτήν θα έχει προφανή αποτελέσματα στην αυτοεκτίμηση και αίσθημα πληρότητας του ατόμου, αλλά και στη διατήρηση της βιοποικιλότητας (Zylstra, 2014).

Ιδιαίτερης αναφοράς χρήζει η αποσύνδεση από τη φύση και συχνά από την κοινωνία, που παρατηρείται στις νεότερες ηλικίες και ιδιαιτέρως τους εφήβους. Οι έφηβοι, ουσιαστικά βιώνουν μια εικονική πραγματικότητα, αφιερώνοντας όλο και περισσότερο χρόνο σε οθόνες και κοινωνικά δίκτυα. Αυτό συνεπάγεται λιγότερο χρόνο σε εξωτερικές δραστηριότητες, αποκοινωνικοποίηση, εσωστρέφεια, επιθετικότητα, με αποτέλεσμα την δημιουργία κλίματος οξύτητας, τόσο στο οικογενειακό και κοινωνικό περιβάλλον, όσο ιδιαίτερα και στο σχολείο. Μελέτη ανέδειξε ότι το πρόβλημα είναι μεγαλύτερο στα κορίτσια εφηβικής ηλικίας (Aziz and Said, 2012).

9.2.3 Κοινωνικά οφέλη

Αυτού όμως του επιπέδου και ποιότητας σχέση, δεν επιτυγχάνεται με μια άναρχη και χωρίς εν τω βάθει δημιουργία πράσινων χώρων. Η ποικιλότητα, το βάθος της σύνθεσης ειδών παίζει σημαντικό ρόλο στο βαθμό του οφέλους που επιτυγχάνεται (Sandifer et al., 2015). Συνεπώς, ο **σχεδιασμός πρασίνων χώρων** σε αστικά περιβάλλοντα θα πρέπει να γίνεται πολύ προσεκτικά, λαμβάνοντας υπ' όψιν τη βιοποικιλότητα και όλες τις συνιστώσες της. Με αυτόν τον τρόπο, θα μεγιστοποιηθούν τα οφέλη τα οποία περιλαμβάνουν πέρα από τα προφανή, κάποια **κοινωνικά οφέλη**, όπως κοινωνική συνοχή, καλύτερη γειτνίαση, ακόμα και μείωση της εγκληματικότητας (Kuo and Sullivan, 2001; Branas et al., 2011).

Επίσης, όσο πιο μελετημένη και ποικιλιακά πλούσια η δομή ενός χώρου πρασίνου, τόσο καλύτερα τα αποτελέσματα στα επίπεδα stress του πληθυσμού, στο χρόνο που διατίθεται για δραστηριότητες και στην κοινωνικότητα των ατόμων. Αυτό συμβαίνει μιας και όσο καλύτερη

γνώμη έχουν τα άτομα για τους ανοικτούς χώρους πρασίνου, τόσο περισσότερο αποζητούν την επαφή με αυτούς (βλ. Crawford et al., 2008).

9.2.4 Stress

Το θέμα του **stress** σήμερα, αποτελεί ένα μεγάλο θέμα δημόσιας υγείας. Εφ' όσον υφίσταται για μικρά χρονικά διαστήματα, το stress μπορεί να μην είναι καταστροφικό, αλλά ένα κάλεσμα αφύπνισης ή εγρήγορσης επειδή προκαλεί την έκλυση ντοπαμίνης και λειτουργεί ευεργετικά. Αν όμως συντηρείται επί μακρόν, μπορεί να οδηγήσει σε πλείστα προβλήματα όπως λοιμώξεις, καρδιαγγειακά προβλήματα, γαστρεντερολογικά προβλήματα και αυτοάνοσες παθήσεις. Έχει επίσης συνδεθεί με τον διαβήτη, την κατάθλιψη και βίαιες συμπεριφορές (Kivimäki et al., 2002; Wellen and Hotamisligil, 2005). Στην Ευρώπη, το 20% των σταθμισμένων ετών ζωής ως προς την ανικανότητα (Disability-Adjusted Life Years - DALYs) οφείλονται σε θέματα ψυχικής υγείας σχετιζόμενα με το stress (WHO, 2015). Με το αποδεδειγμένο όφελος που έχει η διατήρηση της βιοποικιλότητας και της λειτουργικότητας των οικοσυστημάτων στα επίπεδα του stress, η δημόσια υγεία πρέπει να στοχεύσει σε επίπεδο πολιτικών στη μέγιστη δυνατή εκμετάλλευσή τους, ειδικά σήμερα, που η διαταραχή της ψυχικής υγείας των εφήβων, εξ αιτίας της εμφάνισης πανδημιών (COVID-19) ή της ανεξέλεγκτης χρήσης τεχνολογικών μέσων, παρουσιάζει επικίνδυνη έξαρση φαινομένων βίας στα σχολεία και αλλού.

9.2.5 Θεραπευτικές παρεμβάσεις

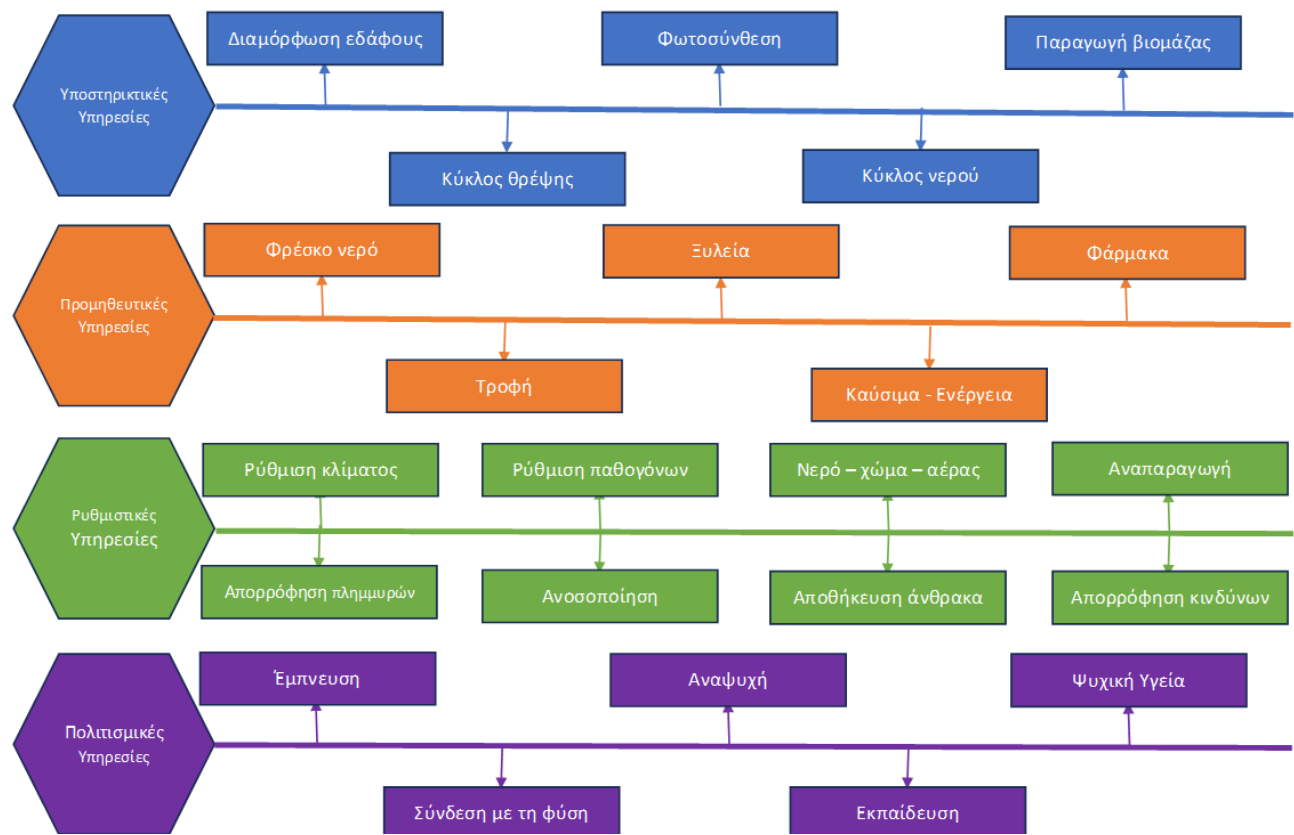
Η εκμετάλλευση της φύσης για την προαγωγή της δημόσιας υγείας είναι μια πολύ παλαιά ιδέα. Πολλά νοσοκομεία, σανατόρια, μονάδες φροντίδας ηλικιωμένων και ψυχιατρικές δομές χτίζονταν μέσα σε ειδυλλιακά φυσικά περιβάλλοντα. Η θεωρία ήταν ότι η επαφή με το φυσικό περιβάλλον και η απομάκρυνση από αστικά, επιβαρυμένα περιβάλλοντα θα επιτάχυνε τη θεραπευτική διαδικασία και θα επανασύνδεε το άτομο με τις καταβολές του. Η απόδειξη αυτού του οφέλους αποτελεί πρόκληση, με κάποιες μελέτες όμως να επιδεικνύουν μια επαρκή διασύνδεση (Annerstedt and Währborg, 2011).

Σήμερα, αυτή η θεωρία έχει μετασηματιστεί στη δημιουργία θεραπευτικών δομών όπως ο κήπος αποκατάστασης στο Alnarp της Σουηδίας, όπου άτομα με διαταραχές ψυχικής υγείας φιλοξενούνται σε μια δομή απολύτως εναρμονισμένη με το φυσικό περιβάλλον. Έχουν φιλοξενηθεί κατά καιρούς άτομα από 22 έως και 61 ετών, άτομα που κάποια στιγμή εμφάνισαν κάποιου είδους αγχώδη διαταραχή. Μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος των δώδεκα εβδομάδων, το 70% ήταν σε θέση να επιστρέψει στην κανονικότητά του και στην εργασία του. Παράλληλα, μειώθηκαν οι απολεσθείσες μέρες λόγω αναρρωτικής άδειας κατά 1/3. Αντίστοιχο κέντρο είναι στη Δανία το θεραπευτικό δάσος Nacardia (Corazon et al., 2018). Στη Φινλανδία αντίστοιχα κέντρα υποδέχονται αλκοολικούς και άτομα που χρήζουν παρέμβασης για τον έλεγχο του σωματικού τους βάρους. Αυτά τα προγράμματα διέπονται από διεπιστημονική προσέγγιση και συνεργασία ιατρών, ψυχολόγων, λοιπών επιστημόνων υγείας και επιστημόνων οικολογίας (Grahm and Stigsdotter, 2003).

9.2.6 Καθημερινότητα και πρόσβαση

Η εκμετάλλευση των οφελών που προέρχονται από τη φύση έχει σωρευτικό αποτέλεσμα και προκύπτει με τη συχνή, απρόσκοπτη και εύκολη πρόσβαση σε αυτή. Συνεπώς, είναι απαραίτητο όλοι οι τόποι αναψυχής και επαφής με τη φύση να είναι κοντά ή ακόμα καλύτερα μέσα στο περιβάλλον που διαβιεί ένας πληθυσμός. Οικογένειες με μικρά παιδιά, ηλικιωμένοι και άτομα με κινητικές αναπηρίες βρίσκουν αποτρεπτικές τις μεγάλες μετακινήσεις για να βρεθούν σε ένα φυσικό περιβάλλον. Αντίθετα η καθημερινή διαβίωση μέσα σε αυτό καθ' αυτό το υγιές φυσικό περιβάλλον, χωρίς την ανάγκη αναζήτησής του σε απόσταση, είναι πλέον αυτό που εξασφαλίζει τη σωματική και ψυχική πληρότητα (Douglas et al., 2017).

Μια δραστηριότητα που μπορεί να οργανωθεί εντός αστικού ιστού, να είναι φιλική προς αυτές τις ομάδες που αναφέρθηκαν προηγουμένως και κάνει την επαφή με τη φύση βιωματική, είναι η κηπουρική. Με την κηπουρική βελτιώνεται η διάθεση, προκύπτουν αισθήματα ολοκλήρωσης και αυτοεκτίμησης και επιτυγχάνεται και μία μέτριας έντασης άσκηση με όλα τα οφέλη που αυτή συνεπάγεται. Η κηπουρική επίσης συνδέεται με υιοθέτηση πιο υγιεινών διαιτητικών συνηθειών και πτώση του δείκτη μάζας σώματος. Προσφέρει στους ηλικιωμένους στόχο, κίνητρο και απασχόληση. Στη Νορβηγία προγράμματα κηπουρικής εφαρμόζονται σε ανέργους, για την ενίσχυση της αυτοεκτίμησης και τη διατήρηση ενός υγιούς, δραστήριου τρόπου ζωής (Rappe et al., 2008).



Εικόνα 1. Υπηρεσίες της βιοποικιλότητας στην ανθρώπινη υγεία (WHO, 2021). Άδεια: [CC BY-NC-SA 3.0 IGO](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/)

10 Πολιτικές υγείας και Βιοποικιλότητα

Η βιοποικιλότητα λοιπόν είναι σαφές ότι καθορίζει την υγεία του ανθρωπίνου είδους παρέχοντας σειρά υποστηρικτικών, προμηθευτικών, ρυθμιστικών και πολιτιστικών υπηρεσιών (Εικόνα. 1). Κάθε παράμετρος με τέτοιου βαθμού επιρροή, έχει κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές προεκτάσεις. Η ύπαρξη χώρων πρασίνου και η αποκατάσταση της διασύνδεσης με τη φύση έχουν κοινωνικά οφέλη, που είναι πρώτης προτεραιότητας για τη συνοχή των κοινωνιών. Σημειώνεται εξαιρετικά η μείωση της εγκληματικότητας, το αίσθημα ασφάλειας, η αναβάθμιση υποβαθμισμένων περιοχών και η μείωση κοινωνικών ανισοτήτων. Συνεπώς, η περιβαλλοντική στήριξη των οικοσυστημάτων και η εισαγωγή λειτουργικών οικοσυστημάτων εντός του αστικού ιστού επιφέρουν και παράπλευρα οφέλη που δεν θα πρέπει να παραβλέπονται από τους ιθύνοντες σχεδιασμού πολιτικών υγείας (Diaz et al., 2019). Πιο συγκεκριμένα, σε ό,τι αφορά στο θέμα των κοινωνικών ανισοτήτων, υπάρχουν πλείστες διασυνδέσεις μεταξύ διατήρησης της βιοποικιλότητας και δημόσιας υγείας σε κομβικούς τομείς, όπως η παροχή επαρκούς και ποιοτικής τροφής, η παροχή νερού και η φυσική αντιμετώπιση λοιμωδών παραγόντων. Υπό αυτό το πρίσμα όσοι καθορίζουν κοινωνικές πολιτικές και έχουν υποχρέωση να εξασφαλίσουν κοινωνική δικαιοσύνη, ευημερία και ισονομία, θα πρέπει νομοθετώντας να λαμβάνουν πολύ σοβαρά υπ' όψιν θέματα προστασίας και διατήρησης της βιοποικιλότητας (Otero et al., 2020). Επίσης υπάρχουν ψυχοκοινωνικά οφέλη, οφέλη στη σωματική υγεία, καθώς προάγεται η σωματική άσκηση, το stress γίνεται πιο διαχειρίσιμο και υπάρχει αισθητική ικανοποίηση και πνευματική ευεξία (Dasgupta, 2024).

Σε τοπικό επίπεδο, οι επαγγελματίες υγείας θα πρέπει να είναι ενήμεροι για όλα τα προγράμματα τοπικής αυτοδιοίκησης που συνδέουν τα οφέλη της βιοποικιλότητας με οφέλη στην υγεία και να προωθούν τη γνώση και την πληροφορία στις αντίστοιχες ομάδες πληθυσμού. Προγράμματα περιπάτων, εκδρομών, διασύνδεσης με τη φύση, κηπουρικής κοκ μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό εργαλείο στον αγώνα για την επίτευξη υγειονομικών στόχων και να βοηθήσουν και στη μείωση κοινωνικών ανισοτήτων και συχνά προστριβών. Οι τοπικές αυτοδιοικήσεις, από τη μεριά τους, καλούνται να έχουν ενεργό ρόλο προς αυτή την κατεύθυνση αναζητώντας από τους επιστήμονες τη γνώση και τις απαραίτητες πληροφορίες για την εκπόνηση των κατάλληλων προγραμμάτων σε δυο κατευθύνσεις: στην κατεύθυνση της διατήρησης της βιοποικιλότητας των τοπικών οικοσυστημάτων και στην κατεύθυνση της όσο το δυνατόν καλύτερης παροχής στους πολίτες υπηρεσιών διασύνδεσης με το φυσικό περιβάλλον. Τέλος σε συνεννόηση με περιβαλλοντολόγους θα πρέπει να καθοριστούν προτεραιότητες για την προφύλαξη των «καυτών ζωνών» της οικείας περιοχής (Cook et al., 2019).

Σε ό,τι αφορά στις πράσινες ζώνες προτείνεται ο καθορισμός δύο ειδών ζωνών: Αρχικά, αυτές που βρίσκονται εντός αστικού ιστού, με χαρακτηριστικά αστικού περιβάλλοντος (πέτρινα μονοπάτια, χώροι αναψυχής), όπου οι άνθρωποι έχουν μεγαλύτερη ευχέρεια διάδρασης και συμμετοχικότητας και υφίστανται συχνή περιποίηση και φροντίδα από καταρτισμένους υπευθύνους. Αυτοί οι χώροι έχουν κοινωνικού τύπου χαρακτηριστικά, είναι χώροι συνάντησης, διασκέδασης και αναψυχής για όλες τις ηλικίες και ευνοούν μια πιο «ελεγχόμενη» επαφή και διάδραση με το περιβάλλον. Υπάρχει όμως και ένα δεύτερο είδος περιβαλλόντων που πρέπει να στηριχθεί, ένα είδος πρωτόλειο, που επιτρέπει στη φύση να

αναπτύξει μόνη της όλες εκείνες τις λειτουργικές ισορροπίες που θα το διατρέχουν. Αυτές οι ζώνες θα είναι προστατευόμενες, μακριά από ανθρώπινη παρουσία και θα πρέπει να είναι ανέγγιχτες. Εκεί, το οικοσύστημα θα «αφεθεί» να αναπτυχθεί όπως ορίζουν τα χαρακτηριστικά της περιοχής μέσα από φυσικούς μηχανισμούς. Αυτού του είδους τα οικοσυστήματα και αυτού του είδους οι παρεμβάσεις είναι οι κύριοι μοχλοί διατήρησης και ενίσχυσης της βιοποικιλότητας μίας περιοχής (Arnonson et al., 2017).

Σε κεντρικό επίπεδο η βασική ιδέα είναι η εμπέδωση της ανάγκης για σχήματα ανάπτυξης με βιώσιμο χαρακτήρα. Η βάση των πολιτικών οφείλει να αλλάξει. Η φύση δεν είναι ένας ανεξάντλητος πάροχος πόρων. Η φύση δεν είναι ένας οργανισμός που μπορεί να ανταπεξέλθει σε οποιαδήποτε διαταραχή προκαλείται από το ανθρώπινο αποτύπωμα. Η ληστρική δράση του ανθρωπίνου είδους επί της φύσης πρέπει να σταματήσει γιατί δεν είναι μόνο το φυσικό περιβάλλον που καταστρέφεται, αλλά και ο ίδιος ο άνθρωπος. Η υγεία του ανθρώπου επηρεάζεται σε κάθε της άποψη από την απώλεια βιοποικιλότητας σε τοπικό και σε γενικό επίπεδο. Η κλιματική αλλαγή αποτελεί μία πραγματικότητα και η συμπεριφορά μας πρέπει να αλλάξει (Watson et al., 2019).

Σε επίπεδο πολιτικής αυτό μεταφράζεται αρχικά στην συμπεριφορική εκπαίδευση των πολιτών, ειδικά των νέων γενεών, στην κατεύθυνση του σεβασμού της βιοποικιλότητας και της διασύνδεσης με το περιβάλλον (Peter et al., 2019). Είναι αποδεδειγμένη η υιοθέτηση περιβαλλοντικά συνειδητοποιημένων επιλογών από ενήλικες που ως παιδιά είχαν μεγαλύτερη επαφή με το περιβάλλον. Σε διεθνές επίπεδο θα πρέπει να ευθυγραμμιστούν οι πολιτικές υγείας με τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και αντιστρόφως. Ο ΠΟΥ πλέον βρίσκεται σε στενή συνεργασία με το CBD (Convention on Biological Diversity) για τον καθορισμό πλαισίου κοινής δράσης και κατά τον καθορισμό της Ευρωπαϊκής Πολιτικής Υγείας το 2020 είχαν ληφθεί υπ' όψιν περιβαλλοντικά κριτήρια. Χρήζει έτι περαιτέρω ενδυνάμωσης τέτοιων ενεργειών και να διερευνηθούν και άλλα επίπεδα διασύνδεσης βιοποικιλότητας και δημόσιας υγείας (Turney et al., 2020). Εδώ προκύπτει η ανάγκη για επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ επιστημόνων υγείας, επιστημόνων ειδικών σε θέματα περιβάλλοντος και ειδικών στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Στην Ευρώπη έχουν γίνει βήματα σε αυτήν την κατεύθυνση και υπάρχουν διάλογοι επικοινωνίας, με παρουσία και των πολιτικών οι οποίοι γίνονται αποδέκτες των πληροφοριών και των προτεραιοτήτων που καθορίζουν οι επιστήμονες και με τη σειρά τους αναλαμβάνουν δράση για την ικανοποίηση αυτών των αναγκών. Οι δράσεις αυτές γίνονται σε τοπικό επίπεδο, εθνικό και παγκόσμιο και αντιστοίχως τα επίπεδα επικοινωνίας ακολουθούν αυτή τη διαστρωμάτωση. Θα πρέπει, στο ανώτερο επίπεδο, να υπάρχει πλήρης αποδοχή και κατανόηση του θέματος. Οι διακρατικές διαφωνίες, για τη διαχείριση των πόρων του πλανήτη, είναι ένα σημαντικό εμπόδιο σε αυτή την συνεργασία (Maes et al., 2016).

11 Συζήτηση

Η υγεία είναι το πολυτιμότερο αγαθό και ένα από τα αδιαμφισβήτητα δικαιώματα όλων των ανθρώπων. Στόχος είναι όχι η απουσία νόσου, που είναι φυσικώς αδύνατον, αλλά η επίτευξη όσο το δυνατόν καλύτερων επιπέδων σωματικής και ψυχικής υγείας. Ο άνθρωπος όμως δεν είναι αποσυνδεδεμένος από τη φύση. Η οικολογική πραγματικότητα είναι κάτι που καλείται και ο άνθρωπος και η φύση να αντιμετωπίσουν. Η εξάρτηση είναι απόλυτη και κοινή: ο άνθρωπος εξαρτάται από τη φύση, ομοίως όπως και η φύση «εξαρτάται» από αυτόν.

Πρωταρχικός άξονας της λειτουργικότητας και της υγείας ενός περιβάλλοντος είναι η βιοποικιλότητα. Ως βιοποικιλότητα ορίζεται η ποικιλομορφία που εμφανίζεται ανάμεσα στους ζωντανούς οργανισμούς όλων των ειδών, των χερσαίων, θαλάσσιων και άλλων υδάτινων οικοσυστημάτων και οικολογικών συμπλεγμάτων στα οποία οι οργανισμοί αυτοί ανήκουν. Αυτός ο ορισμός δόθηκε στη διάσκεψη του ΟΗΕ για το περιβάλλον και την κλιματική αλλαγή στο Ρίο το 1992, όπου η βιοποικιλότητα αποτέλεσε κεντρικό θέμα των εργασιών και αναγνωρίστηκε ως βασικός πυλώνας και σημείο αναφοράς για την αναστροφή των επικείμενων συνεπειών εκ της κλιματικής αλλαγής.

Έκτοτε, έχουν γίνει βήματα και η επιστημονική κοινότητα έχει δείξει ένθερμο ενδιαφέρον στην κατεύθυνση της μελέτης της βιοποικιλότητας και της διασύνδεσής της με την υγεία του ανθρώπου, αλλά περιθώρια περαιτέρω εμβάθυνσης, φυσικά και υπάρχουν, ειδικά στην κατεύθυνση της απόδειξης αυτής της διασύνδεσης με απολύτως μετρήσιμα αποτελέσματα. Υπό αυτό το πρίσμα, προτείνονται οι παρακάτω τομείς έρευνας:

- Διερεύνηση του ρόλου της βιοποικιλότητας σε σχέση με το συνεχώς μεταβαλλόμενο κλίμα που καταγράφεται τα τελευταία χρόνια. Πώς μπορεί η βιοποικιλότητα να ενισχύσει την προσπάθεια αντιμετώπισης των προκλήσεων εκ της αλλαγής του κλίματος; (σχεδιασμός χώρων πρασίνου σε αστικές περιοχές, παρακολούθηση εξάπλωσης αλλεργιογόνων φυτών και νοσημάτων μέσω διαβιβαστών κοκ)
- Περαιτέρω μελέτη της διασύνδεσης βιοποικιλότητας με την ψυχική υγεία και ευεξία. Αυτοί οι τομείς έχουν μεγάλα περιθώρια διερεύνησης ακόμα, μιας και η ως τώρα η έρευνα είχε επικεντρωθεί κυρίως στα σωματικά οφέλη στην υγεία του ανθρώπου.
- Καθορισμός συμπαγούς θεωρητικού πλαισίου που θα καθοδηγήσει στην επιλογή των υπό μελέτη επιπτώσεων στην υγεία και θα αναγνωρίζει τις αιτιώδεις σχέσεις μεταξύ αυτών και της βιοποικιλότητας.
- Αναγνώριση των μηχανισμών μέσω των οποίων οι επιτυχημένες παρεμβάσεις στην διατήρηση της βιοποικιλότητας έχουν αντίκτυπο στην σωματική και ψυχική υγεία.
- Αποτύπωση του βαθμού επίδρασης της εκπαιδευτικής διαδικασίας στην ευαισθητοποίηση πολιτών και ιδιαιτέρως παιδιών, εφήβων και νέων σε θέματα βιοποικιλότητας.
- Δημογραφικές – κοινωνικές προσεγγίσεις. Μελέτης χρήζει το ότι τα οφέλη που προκύπτουν δεν έχουν τον ίδιο αντίκτυπο σε όλες τις κοινωνικές, ηλικιακές και οικονομικές βαθμίδες. Ποιοι άλλοι παράγοντες επηρεάζουν αυτή την εκμετάλλευση των ωφελειών;

- Αναλύσεις κόστους – οφέλους, οι οποίες θα βοηθήσουν τους διαμορφωτές των πολιτικών υγείας να αναγνωρίσουν ποιες ανάγκες είναι ρεαλιστικό να ικανοποιηθούν και υπό ποιες οικονομικές προϋποθέσεις.
- Εξάπλωση των ερευνών γεωγραφικά μιας και δεν είναι κατανεμημένες επαρκώς. Το νότιο ημισφαίριο έχει σημαντικά λιγότερες έρευνες και προς επίρρωση των υποστηριζόμενων θεωριών, θα πρέπει να υπάρχει πληρέστερο δείγμα και κλιματολογικά αλλά και κοινωνικό-οικονομικά.

Τέλος, η έρευνα θα μπορούσε να μελετήσει και με ποιον τρόπο θα υπήρχαν πιο χειροπιαστά αποτελέσματα στο επίπεδο της ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των πολιτών στην κατεύθυνση της υιοθέτησης συνηθειών που επιδρούν θετικά στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Αυτές οι συνήθειες, θα επιστρέψουν στο άτομο με τη μορφή της υγειονομικής ωφελείας, της κοινωνικής ισορροπίας και ευημερίας.

12 Συμπεράσματα

Οι προκλήσεις, που καλείται η ανθρωπότητα να αντιμετωπίσει, είναι σύνθετες και αφορούν όλο τον πλανήτη. Υπάρχει σχέση αιτίου – αιτιατού μεταξύ διαταραχής της βιοποικιλότητας και κλιματικής αλλαγής. Η ανθρώπινη παρέμβαση κατά κύριο λόγο εξαντλεί τους πόρους, τα οικοσυστήματα υποβαθμίζονται και οι παρεχόμενες οικοσυστημικές υπηρεσίες υποβιβάζονται. Στη συνέχεια αυτού του φαύλου κύκλου, τα οικοσυστήματα δεν ανταποκρίνονται επαρκώς στο ρόλο τους και το αποτύπωμα της κλιματικής αλλαγής γίνεται μεγαλύτερο.

Τα τρέχοντα επίπεδα ανθρωπογενούς διατάραξης της βιοποικιλότητας και της περιβαλλοντικής ισορροπίας είναι πρωτοφανή. Κάθε χρόνο χάνονται είδη σε πολύ υψηλό ρυθμό. Ο αντίκτυπος είναι άμεσος στους τέσσερις πυλώνες της βιοποικιλότητας:

- Στη γενετική ποικιλότητα, η οποία εξασφαλίζει τον γενετικό πλουραλισμό εντός ενός είδους. Η γενετική ποικιλότητα είναι υπεύθυνη για όλες εκείνες τις μικρο-μεταλλάξεις που παρατηρούνται εντός ενός είδους και του επιτρέπουν να επιβιώσει και να προσαρμοστεί σε νέα δεδομένα. Για τον άνθρωπο είναι απολύτως απαραίτητη, ως δεξαμενή πρώτων υλών για την επιστήμη της φαρμακολογίας. Επίσης καθορίζει την προσαρμοστικότητα των ειδών σε περιβαλλοντικές αλλαγές (Hughes et al., 2008; Stange et al., 2021; Theissing et al., 2023).
- Στην ποικιλότητα των ειδών, η οποία καθορίζει την αφθονία και ποικιλία των ειδών που διαβιούν σε ένα οικοσύστημα. Η ποικιλότητα των ειδών είναι πολύ σημαντική, μιας και εξ αυτής καθορίζονται οι οικοσυστημικές λειτουργίες που επιτελεί το εν λόγω οικοσύστημα (Pimm, 2009; Kiester, 2013; Methorst et al., 2021; Shukla 2023).
- Στην ποικιλότητα των οικοσυστημάτων όπου ρυθμίζονται θέματα μεγάλης κλίμακας όπως το κλίμα, η ποιότητα του νερού, η ηχορρύπανση. Τα ισχυρά οικοσυστήματα μπορούν επίσης να αναστρέψουν την υπερθέρμανση του πλανήτη και να συνεισφέρουν στη διατροφική ασφάλεια (Palm, 2014; Moreno-Mateos, 2017; Kremen and Merenlender, 2018; Marquet, 2020).
- Τέλος, στη λειτουργική ποικιλότητα, η οποία είναι ο συνδυαστικός κρίκος που διατρέχει και τις τρεις προαναφερθείσες παραμέτρους. Η λειτουργική ποικιλότητα που αφορά στο εύρος των λειτουργιών που επιτυγχάνονται από τη διάδραση των ειδών εντός ενός οικοσυστήματος. Η λειτουργική ποικιλότητα εκ της οποίας προκύπτει η δυνατότητα ενός οικοσυστήματος να παράξει όλα εκείνα τα οφέλη για το ανθρώπινο είδος που είναι απολύτως απαραίτητα για την επιβίωση και μακροημέρευσή του (Petchey and Gaston, 2006; Laureto et al., 2015; Miller and Spoolman, 2024).

Η βιοποικιλότητα ενός οικοσυστήματος μπορεί να επηρεαστεί από φυσικά φαινόμενα μεγάλης κλίμακας τα οποία μπορεί παροδικά ή μόνιμα να επηρεάσουν τη λειτουργία του. Αυτό δεν είναι κατ' ανάγκη καταστροφικό γιατί υπάρχουν οι μηχανισμοί επαναφοράς και προσαρμογής. Όταν όμως οι παρεμβάσεις ξεπερνούν ένα όριο δυνατοτήτων απορρόφησης του κραδασμού, τότε μπορεί να δημιουργηθεί ανισορροπία. Τέτοιες παρεμβάσεις μπορεί να επέλθουν είτε από μεγάλης κλίμακας γεωλογικά φαινόμενα, είτε από τον άνθρωπο. Τα γεωλογικά φαινόμενα συν τω χρόνω μπορεί να αναδείξουν λειτουργικές δομές άλλου τύπου,

οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις όμως, όπως η υπερεκμετάλλευση των πόρων, η άναρχη δόμηση, η αποψίλωση των δασών, ο κατακερματισμός των οικοσυστημάτων, η μη ελεγχόμενη γεωργική εκμετάλλευση, η υπερθηρία και η υπεραλιεία, επιφέρουν διαταραχή όλων των επιμέρους συνιστωσών της βιοποικιλότητας και συνεπώς επιφέρουν οικολογική ανισορροπία. Οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις απομυζούν αδιάκριτα και κάθε διαδικασία φυσικής επαναφοράς είναι μακρά και δύσκολη. Συνεπώς, είναι απαραίτητη η εφαρμογή ενός σχεδίου δράσης επαναφοράς αυτής της απολεσθείσας ισορροπίας και στήριξης της βιοποικιλότητας.

Σε πρώτο επίπεδο

Οι άξονες αυτού του σχεδίου απαιτούν τον καθορισμό προτεραιοτήτων. Συγκεκριμένα,

- Ποια τα είδη-κλειδιά που είναι καθοριστικά για την υγεία και λειτουργική ποικιλότητα ενός οικοσυστήματος
- Ποια τα οικοσυστήματα που είναι καθοριστικά για το μέλλον του πλανήτη
- Ποιες οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις που θα πρέπει να επανασχεδιαστούν, ώστε να μειωθεί το ανθρώπινο αποτύπωμα στη φύση
- Ποιοι οι όροι της χρηματοδότησης έτσι όπως καθορίζονται από τα κράτη-ηγέτες του πλανήτη (Dawson et al., 2011).

Σε δεύτερο επίπεδο

Το σχέδιο επίσης θα πρέπει να βασιστεί στις τεχνολογίες παρακολούθησης και αξιολόγησης των ειδών και των οικοσυστημάτων. Η τηλεπισκόπηση αλλά και τα επίγεια μέσα θα πρέπει να προσαρμοστούν σε συνεργασία με τους περιβαλλοντικούς επιστήμονες σύμφωνα με τις ανάγκες παρακολούθησης των ειδών και των οικοσυστημάτων. Με αυτό τον τρόπο, θα αποτελέσουν κομμάτι της προσπάθειας διατήρησης των υφιστάμενων επιπέδων βιοποικιλότητας, αλλά και επαναφοράς χαμένης λειτουργικότητας μέσω της ενίσχυσής της (Turner, 2014).

Σε τρίτο επίπεδο

Τέλος, η τεχνολογική εξέλιξη μπορεί να έχει άλλη μία συνεισφορά πολύ σημαντική σε αυτή την κατεύθυνση: στην εξέλιξη μεθόδων συντήρησης των ειδών, με σκοπό τη μελέτη, φύλαξη και μελλοντική χρήση τους για την επαναφορά χαμένων ειδών. Τέτοιες προσπάθειες είναι οι παγκόσμιες τράπεζες σπόρων, όπου φυλάσσονται εκατομμύρια είδη σε μορφή σπόρων σε ιδανικές συνθήκες, ειδικά διαμορφωμένοι βοτανικοί κήποι, όπως αυτοί που περιγράφονται στην Παγκόσμια Στρατηγική για τη Διατήρηση των Φυτών (Convention on Biological Diversity, 2012), αλλά και άλλες in vitro μέθοδοι, όπως η κρυοσυντήρηση (Reed et al., 2011). Οι τράπεζες σπόρων μπορούν να αποτελέσουν μια παρακαταθήκη ώστε μελλοντικά να μπορούν να ανασυρθούν και να επανέλθουν στο φυσικό περιβάλλον εξαφανισμένα είδη. Οι βοτανικοί κήποι έχουν διττή συνεισφορά: και φυλάσσουν σε προστατευμένο περιβάλλον είδη υπό εξαφάνιση ή και κοινά, αλλά κυρίως φέρουν σε επαφή τον άνθρωπο με την πολυπλοκότητα της φύσης και ευνοούν την επανασύνδεση του με αυτή.

Όλες αυτές οι εφεδρείες θα πρέπει να ενεργοποιηθούν, ώστε να υπάρξει το μέγιστο δυνατό όφελος στο περιβάλλον και στον άνθρωπο, προβληματισμός που αποτέλεσε και τον πυρήνα

αυτού του πονήματος δηλαδή, σε ποιες παραμέτρους της ανθρώπινης υγείας ανιχνεύονται οφέλη από τη διατήρηση της βιοποικιλότητας.

Οφέλη προκύπτουν σύμφωνα με τη βιβλιογραφία και στη σωματική αλλά και στην ψυχική υγεία, με ευθεία ή έμμεση διασύνδεση (Chivian, 2002; Lovell et al., 2014; Sandifer et al., 2015; Kilpatrick et al., 2017; Aerts and Van Nieuwenhuysse, 2018; Marselle et al., 2019). Η πλούσια βιοποικιλότητα εξασφαλίζει σειρά οικοσυστημικών υπηρεσιών, κρίσιμων για την υγεία όπως η καθαρότητα νερού και αέρα, γονιμότητα του εδάφους και ποιότητα κλίματος, στοιχεία τα οποία είναι βασικοί δείκτες υγείας και ευημερίας για έναν πληθυσμό. Η βιοποικιλότητα εξασφαλίζει τη διατροφική ασφάλεια, ποιοτικά και ποσοτικά, αποτρέπει την εξάπλωση και υποβοηθά την ίαση νοσημάτων. Η φαρμακευτική επιστήμη εκμεταλλεύεται ως πρώτη ύλη φυτικά και ζωικά παράγωγα για την παραγωγή φαρμάκων. Η ρύθμιση του κλίματος και η αποτροπή φυσικών καταστροφών εναπόκειται στη βιοποικιλότητα. Τέλος σε ό,τι αφορά στα παιδιά, υπάρχουν καταγεγραμμένα οφέλη κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης και της προγεννητικής περιόδου όπως και μετά τον τοκετό και εξασφαλίζεται καλύτερο ανοσοποιητικό σύστημα.

Σε ό,τι αφορά στην ψυχική υγεία, πλείστες μελέτες αποδεικνύουν τη διασύνδεση με τη βιοποικιλότητα. Τα παιδιά δύνανται να παρουσιάσουν ακόμα και Σύνδρομο Έλλειψης Φύσης, διάσπαση, συναισθηματικά και μαθησιακά προβλήματα εκ της έλλειψης επαφής με πλούσια φυσικά περιβάλλοντα (Kahn Jr and Kellert, 2002; Taylor and Kuo, 2006; Derr and Lance, 2012; Mustara et al., 2015). Οι άνθρωποι αποξενώνονται από τη φύση και από τους άλλους ανθρώπους. Εδώ προκύπτει μία υπαρκτή απειλή: οι μελλοντικοί διαχειριστές του περιβάλλοντος, οι μελλοντικοί διαχειριστές του πλανήτη δεν αναγνωρίζουν τη σημασία του, όντας αποκομμένοι από αυτό. Δεν βλέπουν τα οφέλη που προκύπτουν από την αρμονική συνύπαρξη μαζί του και δεν βλέπουν τους κινδύνους από τη συνεχή υποβάθμισή του.

Η διατήρηση της βιοποικιλότητας συμβάλλει επίσης στον έλεγχο του stress (Kivimäki et al., 2002; Wellen and Hotamisligil, 2005), ενώ προγράμματα επαφής με τη βιοποικιλότητα έχουν απτά αποτελέσματα στην αυτοεκτίμηση ανέργων και στη διαχείριση νοσημάτων ψυχικής σφαίρας (Rappe et al., 2008).

Εκ των ανωτέρω, καθίσταται σαφές ότι οι διαμορφωτές των πολιτικών υγείας οφείλουν να στρέψουν το βλέμμα τους στην κατεύθυνση της διατήρησης της βιοποικιλότητας. Ο καταρτισμός τοπικών προγραμμάτων σε συνεργασία της Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας (ΠΦΥ) με την τοπική αυτοδιοίκηση, όπως και κεντρικά νομοθετήματα όπου θα καθορίζεται το πλαίσιο διάδρασης με το περιβάλλον αλλά και άξονες προστασίας του θα πρέπει να αποτελέσουν προτεραιότητα. Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι μεγάλοι ρυπαντές του περιβάλλοντος, τα πιο ανεπτυγμένα κράτη, θα πρέπει να υιοθετήσουν άλλου είδους πολιτικές και να αποδεχθούν τα συμπεφωνημένα από τις διεθνείς συνθήκες στην κατεύθυνση της μείωσης του αποτυπώματος του ανθρώπου στη φύση. Σε συνεργασία με τους περιβαλλοντικούς επιστήμονες, που ειδικεύονται στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, θα πρέπει να καθοριστεί ένα αρραγές μέτωπο για την επίτευξη κοινών στόχων (Watson et al., 2019; Turney et al., 2020).

Για την επίτευξη αποτελεσμάτων θα πρέπει επίσης να συντονιστούν οι προσπάθειες επιστημόνων, κυβερνήσεων, φορέων και πολιτών στην κατεύθυνση της υιοθέτησης μιας

άλλου είδους σχέσης με τη φύση. Νέες τεχνολογίες, νέες προσεγγίσεις και εφαρμογές στην καλλιέργεια, στην αλίευση, στην εκμετάλλευση του ορυκτού πλούτου, στη διαχείριση της ατμόσφαιρας, στην προστασία των θαλασσών και των υδάτινων πόρων, μπορούν να αναπροσδιορίσουν την υφιστάμενη προβληματική σχέση του ανθρώπου με τη φύση. Η γενετική ποικιλότητα θα εξασφαλίσει επαρκείς γενετικές παραλλαγές των ειδών, η ποικιλότητα των ειδών θα διασφαλίσει την αφθονία τους και η οικοσυστημική ποικιλότητα θα αποτελέσει το κατάλληλο υπόβαθρο, ώστε να αναλάβει δράση η λειτουργική ποικιλότητα, το «νήμα», που ενώνει όλα αυτά τα επί μέρους τμήματα σε μια αρμονική και επιτυχημένη συνύπαρξη.

Στα σύγχρονα συστήματα υγείας αναζητούνται λύσεις. Λύσεις δραστικές, με προγραμματισμό και έλεγχο του οικονομικού, κοινωνικού και περιβαλλοντικού κόστους. Ένα περιβάλλον με πλούσια βιοποικιλότητα δύναται να βοηθήσει, δίνοντας λύσεις σε θέματα πρόληψης, πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας φροντίδας υγείας και σε φαρμακευτικό επίπεδο. Οι δυνατότητες εκμετάλλευσης αυτών των συνιστωσών, με δεδομένη την κατακόρυφη ανάπτυξη της τεχνολογίας και των επιστημών σε όλα τα επίπεδα, σήμερα, όχι απλώς δεν έχουν εξαντληθεί, αλλά, δίνουν προοπτική σημαντικών λύσεων σε προβλήματα όπως αυτό της κλιματικής αλλαγής.

Είναι τόσο πολυσύνθετη η επιρροή της βιοποικιλότητας στη ζωή του ανθρώπου, που καθίσταται δυσχερής η αποτίμησή της, αλλά όπως ανέφεραν οι Pennekamp et al. (2018), κατά την μελέτη των ορισμών αυτής: «η ζωή είναι περίπλοκη και ο όρος βιοποικιλότητα, αν χρησιμοποιηθεί σωστά, δύναται να αποδώσει αυτή την πολυπλοκότητα».

13 Βιβλιογραφία

13.1 Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Aerts, R., Honnay, O., Van Nieuwenhuyse, A. (2018). Biodiversity and human health: mechanisms and evidence of the positive health effects of diversity in nature and green spaces. *British Medical Bulletin*, 127(1), 5-22.

Aiking, H. (2011). Future protein supply. *Trends in Food Science & Technology*, 22(2-3), 112-120.

Alkemade, R., Reid, R. S., van den Berg, M., de Leeuw, J., Jeuken, M. (2013). Assessing the impacts of livestock production on biodiversity in rangeland ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(52), 20900-20905.

Annerstedt, M., Währborg, P. (2011). Nature-assisted therapy: Systematic review of controlled and observational studies. *Scandinavian Journal of Public Health*, 39(4), 371-388.

Aronson, M. F., Lepczyk, C. A., Evans, K. L., Goddard, M. A., Lerman, S. B., MacIvor, J. S., Vargo, T. (2017). Biodiversity in the city: key challenges for urban green space management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(4), 189-196.

Archer, D., Martin, P., Buffett, B., Brovkin, V., Rahmstorf, S., Ganopolski, A. (2004). The importance of ocean temperature to global biogeochemistry. *Earth and Planetary Science Letters*, 222(2), 333-348.

Assembly, U. G. (1992). Convention on biological diversity. *United Nations, Rio de Janeiro*. Retrieved on 03/11/2024 from: <https://www.cbd.int/youth/0003.shtml>

Aziz, N. F., Said, I. (2012). The trends and influential factors of children's use of outdoor environments: A review. *Procedia-social and Behavioral Sciences*, 38, 204-212.

Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., Stansfeld, S. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*, 383(9925), 1325-1332.

Begna, T., Gichile, H., Yali, W. (2022). Genetic Diversity and Its Impact in Enhancement. *Global J. Agriculture Res.*, 10, 13–25.

Bélanger, J., Pilling, D. (2019). *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*. FAO.

Bickham, J. W., Sandhu, S., Hebert, P. D., Chikhi, L., Athwal, R. (2000). Effects of chemical contaminants on genetic diversity in natural populations: implications for biomonitoring and ecotoxicology. *Mutation Research / Reviews in Mutation Research*, 463(1), 33-51.

Biswas, S. R., Mallik, A. U. (2011). Species diversity and functional diversity relationship varies with disturbance intensity. *Ecosphere*, 2(4), 1-10.

Bocquier, A., Cortaredona, S., Boutin, C., David, A., Bigot, A., Sciortino, V., Nauleau S., Gaudart J., Giorgi R. Verger, P. (2014). Is exposure to night-time traffic noise a risk factor for purchase of anxiolytic-hypnotic medication? A cohort study. *The European Journal of Public Health*, 24(2), 298-303.

- Bornman, M. S., Bouwman, H. (2012). Environmental pollutants and diseases of sexual development in humans and wildlife in South Africa: harbingers of impact on overall health? *Reproduction in Domestic Animals*, 47, 327-332.
- Bossart, G. D. (2011). Marine mammals as sentinel species for oceans and human health. *Veterinary Pathology*, 48(3), 676-690.
- Branas, C. C., Cheney, R. A., MacDonald, J. M., Tam, V. W., Jackson, T. D., ten Have, T. R. (2011). A difference-in-differences analysis of health, safety, and greening vacant urban space. *American Journal of Epidemiology*, 174(11), 1296-1306.
- Brooks, T. M., Mittermeier, R. A., Da Fonseca, G. A., Gerlach, J., Hoffmann, M., Lamoreux, J. F., Mittermeier, C. G., Pilgrim, J. D. Rodrigues, A. S. (2006). Global biodiversity conservation priorities. *Science*, 313(5783), 58-61.
- Cadotte, M. W., Carscadden, K., Mirotchnick, N. (2011). Beyond species: functional diversity and the maintenance of ecological processes and services. *Journal of Applied Ecology*, 48(5), 1079-1087.
- Cardinale, B. J., Palmer, M. A., Collins, S. L. (2002). Species diversity enhances ecosystem functioning through interspecific facilitation. *Nature*, 415(6870), 426-429.
- Chesson, P. (2000). Mechanisms of maintenance of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31(1), 343-366.
- Chivian, E. (2001). Environment and health: 7. Species loss and ecosystem disruption—the implications for human health. *CMAJ*, 164(1), 66-69.
- Chivian, E. (Ed.) (2002). Biodiversity: its importance to human health. Center for Health and the Global Environment, Harvard Medical School, Cambridge, MA,
- Christie, M., Hanley, N., Warren, J., Murphy, K., Wright, R., Hyde, T. (2006). Valuing the diversity of biodiversity. *Ecological Economics*, 58(2), 304-317.
- Clarke, B. C. (1979). The evolution of genetic diversity. Proceedings of the Royal Society of London. Series B. *Biological Sciences*, 205(1161), 453-474.
- Clarke, A., Harris, C. M. (2003). Polar marine ecosystems: major threats and future change. *Environmental Conservation*, 30(1), 1-25.
- Coker, O. M. (2017). Importance of genetics in conservation of biodiversity. *Nigerian Journal of Wildlife Management*, 1(1), 11-18.
- Collado, S., Staats, H., Corraliza, J. A. (2013). Experiencing nature in children's summer camps: Affective, cognitive and behavioural consequences. *Journal of Environmental Psychology*, 33, 37-44.
- Convention on Biological Diversity. (2012). *The global strategy for plant conservation: 2011-2020*. Botanic Gardens Conservation International.

- Cook, P. A., Howarth, M., & Wheeler, C. P. (2019). Biodiversity and health in the face of climate change: implications for public health. (Eds.) *Biodiversity and health in the face of climate change*, Netherlands: *Springer* 251-281.
- Corazon, S. S., Nyed, P. K., Sidenius, U., Poulsen, D. V., Stigsdotter, U. K. (2018). A long-term follow-up of the efficacy of nature-based therapy for adults suffering from stress-related illnesses on levels of healthcare consumption and sick-leave absence: a randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(1), 137.
- Costanza, R., Mageau, M. (1999). What is a healthy ecosystem?. *Aquatic ecology*, 33, 105-115.
- Costello, M. J. (2020). Taxonomy as the key to life. *Megataxa*, 1(2), 105–113.
- Crawford, D., Timperio, A., Giles-Corti, B., Ball, K., Hume, C., Roberts, R., Andrianopoulos, N., Salmon, J. (2008). Do features of public open spaces vary according to neighbourhood socio-economic status? *Health and Place*, 14(4), 889-893.
- Cruz-Cruz, C. A., González-Arno, M. T., Engelmann, F. (2013). Biotechnology and conservation of plant biodiversity. *Resources*, 2(2), 73-95.
- D’Evelyn, S. M., Jung, J., Alvarado, E., Baumgartner, J., Caligiuri, P., Hagmann, R. K., Henderson, S. B., Hessburg, P. F., Hopkins, S., Kasner, E. J., Krawchuk, M. A., Krenz, J. E., Lydersen, J. M., Marlier, M. E., Massuda, Y. J., Metlen, K., Tessum, C. W., Reeb-Whitaker, C., Wilkins, J. L., Wolff, N. H., Wood, L. M., Haugo, R. D., Spector, J. T. (2022). Wildfire, smoke exposure, human health, and environmental justice need to be integrated into forest restoration and management. *Current Environmental Health Reports*, 9(3), 366-385.
- Dadvand, P., Sunyer, J., Basagana, X., Ballester, F., Lertxundi, A., Fernandez-Somoano, A., Estarlich, M., Garcia-Esteban, R., Mendez, M.A. Nieuwenhuijsen, M. J. (2012). Surrounding greenness and pregnancy outcomes in four Spanish birth cohorts. *Environmental Health Perspectives*, 120(10), 1481-1487.
- Daly, A. J., Baetens, J. M., De Baets, B. (2018). Ecological diversity: measuring the unmeasurable. *Mathematics*, 6(7), 119.
- Damialis, A., Traidl-Hoffmann, C., Treudler, R. (2019). Climate change and pollen allergies. *Biodiversity and Health in the Face of Climate Change*, 47-66.
- Dasgupta, P. (2024). *The economics of biodiversity*. Cambridge University Press.
- Dawson, T. P., Jackson, S. T., House, J. I., Prentice, I. C., Mace, G. M. (2011). Beyond predictions: biodiversity conservation in a changing climate. *Science*, 332(6025), 53-58.
- Dean, J., van Dooren, K., Weinstein, P. (2011). Does biodiversity improve mental health in urban settings? *Medical Hypotheses*, 76(6), 877-880.
- Delang, C. O. (2006). Not just minor forest products: the economic rationale for the consumption of wild food plants by subsistence farmers. *Ecological Economics*, 59(1), 64-73.
- DeLong Jr, D. C. (1996). Defining biodiversity. *Wildlife Society Bulletin*, 738-749.

- Depietri, Y., Renaud, F. G., Kallis, G. (2012). Heat waves and floods in urban areas: a policy-oriented review of ecosystem services. *Sustainability Science*, 7, 95-107.
- Derr, V., Lance, K. (2012). Biophilic boulder: Children's environments that foster connections to nature. *Children Youth and Environments*, 22(2), 112-143.
- DeWitt, L. (2011). *An ecotourism model for South African national parks*. (Doctoral Dissertation), North-West University.
- Di Santo, N.L., Hamilton, J. A. (2021). Using environmental and geographic data to optimize ex situ collections and preserve evolutionary potential. *Conservation Biology*, 35(2), 733-744.
- Diaz, S., Cabido, M. (2001). Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology and Evolution*, 16(11), 646-655.
- Díaz, S. M., Settele, J., Brondízio, E., Ngo, H., Guèze, M., Agard, J., Zayas, C. (2019). The global assessment report on biodiversity and ecosystem services: *Summary for Policy Makers*.
- Dona, A., Arvanitoyannis, I. S. (2009). Health risks of genetically modified foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(2), 164-175.
- Doney, S. C., Fabry, V. J., Feely, R. A., Kleypas, J. A. (2009). Ocean acidification: the other CO₂ problem. *Annual Review of Marine Science*, 1(1), 169-192.
- Douglas, O., Lennon, M., Scott, M. (2017). Green space benefits for health and well-being: A life-course approach for urban planning, design and management. *Cities*, 66, 53-62.
- Downing, A. S., van Nes, E. H., Mooij, W. M., Scheffer, M. (2012). The resilience and resistance of an ecosystem to a collapse of diversity. *PLOS ONE* 7: e46135.
- Dukes, J. S., Mooney, H. A. (2004). Disruption of ecosystem processes in western North America by invasive species. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77(3), 411-437.
- Dussault, A. C. (2019). Functional biodiversity and the concept of ecological function. *From Assessing to Conserving Biodiversity: Conceptual and Practical Challenges*, 297-316.
- Elmqvist, T., Folke, C., Nyström, M., Peterson, G., Bengtsson, J., Walker, B., Norberg, J. (2003). Response diversity, ecosystem change, and resilience. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1(9), 488-494.
- Encarnação, T., Pais, A. A., Campos, M. G., Burrows, H. D. (2019). Endocrine disrupting chemicals: Impact on human health, wildlife and the environment. *Science Progress*, 102(1), 3-42.
- Ennals, L. (1993). The significance of the Rio earth summit. *Medicine, Conflict and Survival*, 9(3), 191-198.
- Esquivel, J., Echeverría, C., Saldaña, A., Fuentes, R. (2020). High functional diversity of forest ecosystems is linked to high provision of water flow regulation ecosystem service. *Ecological Indicators*, 115, 106433.

- Evanno, G., Castella, E., Antoine, C., Paillat, G., Goudet, J. (2009). Parallel changes in genetic diversity and species diversity following a natural disturbance. *Molecular Ecology*, 18(6), 1137-1144.
- Flannery, M. C. (2023). The road to herbaria: Teaching and learning about biology, aesthetics, and the history of botany. *Journal of Biosciences*, 48(4), Article: 58.
- Gaston, K. J., Spicer, J. I. (2013). *Biodiversity: an Introduction*. John Wiley and Sons.
- Ghetti, F., Checcucci, G., Bornman, J. F. (2001). Environmental UV radiation: Impact on ecosystems and human health and predictive models. *Earth and Environmental Sciences*, Article: 57, 1-288.
- Glasper, A. (2011). Planning for a heat wave: the implications for health care. *British Journal of Nursing*, 20(13) 834-835.
- Gonzalez-Arno, M. T., Martinez-Montero, M. E., Cruz-Cruz, C. A., Engelmann, F. (2014). Advances in cryogenic techniques for the long-term preservation of plant biodiversity. *Biotechnology and Biodiversity*, 129-170.
- Goswami, M., Bhattacharyya, P., Mukherjee, I., Tribedi, P. (2017). Functional diversity: an important measure of ecosystem functioning. *Advances in Microbiology*, 7(01), 82.
- Grahn, P., Stigsdotter, U. A. (2003). Landscape planning and stress. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2(1), 1-18.
- Hallegatte, S., Ranger, N., Mestre, O., Dumas, P., Corfee-Morlot, J., Herweijer, C., Wood, R. M. (2011). Assessing climate change impacts, sea level rise and storm surge risk in port cities: a case study on Copenhagen. *Climatic Change*, 104, 113-137.
- Harada, M. (2005). The global lessons of Minamata disease: an introduction to Minamata studies. *Taking Life and Death Seriously-Bioethics from Japan*, 299-335.
- Hooper, D. U., Solan, M., Symstad, A., Diaz, S., Gessner, M. O., Buchmann, N., Degrange, V., Grime, P., Hulot, F., Mermillod-Blondin, F., Roy, J., Van Peer, L. (2002). Species diversity, functional diversity and ecosystem functioning. *Biodiversity and Ecosystem Functioning: Synthesis and Perspectives*, 17, 195-208.
- Hooper, D. U., Vitousek, P. M. (1998). Effects of plant composition and diversity on nutrient cycling. *Ecological Monographs*, 68(1), 121-149.
- Horwitz, P., Kretsch, C., Jenkins, A., Rahim bin Abdul Hamid, A., Burls, A., Campbell, K., Carter, M., Henwood, W., Lovell, R., Malone-Lee, L.C., Mc Creanor, T. Wright, P. (2015). Contribution of biodiversity and green spaces to mental and physical fitness, and cultural dimensions of health. *World Health Organization and Secretariat of the Convention on Biological Diversity*.
- Hughes, A. R., Inouye, B. D., Johnson, M. T., Underwood, N., Vellend, M. (2008). Ecological consequences of genetic diversity. *Ecology Letters*, 11(6), 609-623.
- Hygge, S. (2019). Noise and cognition in children. *Elsevier: Burlington, ON, Canada, 2011; Volume 4*

- Isbell, F., Calcagno, V., Hector, A., Connolly, J., Harpole, W. S., Reich, P. B., Scherer-Lorenzen M., Schmid B., Tilman D., Van Ruijven J., Weigelt A., Loreau, M. (2011). High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. *Nature*, 477(7363), 199-202.
- Islam, M. Z. (2023). Conservation of Biodiversity for a Sustainable World: A Mini-Review. *Asian Journal of Biodiversity*, 14(1).
- Ives, A. R., Carpenter, S. R. (2007). Stability and diversity of ecosystems. *Science*, 317(5834), 58-62.
- Kahn Jr, P. H., Kellert, S. R. (Eds.). (2002). *Children and Nature: Psychological, Sociocultural, and Evolutionary Investigations*. MIT press.
- Kahn, L. G., Philippat, C., Nakayama, S. F., Slama, R., Trasande, L. (2020). Endocrine-disrupting chemicals: implications for human health. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 8(8), 703-718.
- Kataria, S., Jajoo, A., Guruprasad, K. N. (2014). Impact of increasing Ultraviolet-B (UV-B) radiation on photosynthetic processes. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 137, 55-66.
- Keesing, F., Holt, R. D., Ostfeld, R. S. (2006). Effects of species diversity on disease risk. *Ecology Letters*, 9(4), 485-498.
- Kelley, J. L., Grierson, P. F., Collin, S. P., Davies, P. M. (2018). Habitat disruption and the identification and management of functional trait changes. *Fish and Fisheries*, 19(4), 716-728.
- Kenchington, E. L. (2003). 14 The Effects of Fishing on Species and Genetic Diversity. Responsible fisheries in the marine ecosystem, 235.
- Kiester, A. R. (2013). Species diversity, Overview. Levin S.A. (Ed), *Encyclopedia of biodiversity, 2nd edition*. Academic Press, 706–714.
- Kilpatrick, A. M., Salkeld, D. J., Titcomb, G., Hahn, M. B. (2017). Conservation of biodiversity as a strategy for improving human health and well-being. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372(1722), 20160131.
- Kingston, D. G. (2011). Modern natural products drug discovery and its relevance to biodiversity conservation. *Journal of Natural Products*, 74(3), 496-511.
- Kivimäki, M., Leino-Arjas, P., Luukkonen, R., Riihimäi, H., Vahtera, J., Kirjonen, J. (2002). Work stress and risk of cardiovascular mortality: prospective cohort study of industrial employees. *BMJ*, 325(7369), 857.
- Knopf, F. L. (1992). Faunal mixing, faunal integrity, and the bio-political template for diversity conservation. In *57th North American Wildlife and Natural Resources Conference*.
- Kovats, R. S., Haines, A., Stanwell-Smith, R., Martens, P., Menne, B., Bertollini, R. (1999). Climate change and human health in Europe. *BMJ*, 318(7199), 1682-1685.
- Kremen, C., Merenlender, A. M. (2018). Landscapes that work for biodiversity and people. *Science*, 362(6412). doi.org/10.1126/science.aau6020

- Kunc, H. P., Schmidt, R. (2019). The effects of anthropogenic noise on animals: a meta-analysis. *Biology Letters*, 15(11), 20190649.
- Kuo, F. E., Faber Taylor, A. (2004). A potential natural treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder: evidence from a national study. *American Journal of Public Health*, 94(9), 1580-1586.
- Kuo, F. E., Sullivan, W. C. (2001). Aggression and violence in the inner city: Effects of environment via mental fatigue. *Environment and Behavior*, 33(4), 543-571.
- Kupika, O. L., Gandiwa, E., Ayuk, J., Bandeira, S., Kunedzimwe, F. (2021). Evidence of the impact of cyclones and floods on biodiversity and wildlife resources in Southern Africa. *Cyclones in Southern Africa: Volume 3: Implications for the Sustainable Development Goals*, 265-278.
- Lacy, R. C. (1987). Loss of genetic diversity from managed populations: interacting effects of drift, mutation, immigration, selection, and population subdivision. *Conservation Biology*, 1(2), 143-158.
- Larson, L. R., Szczytko, R., Bowers, E. P., Stephens, L. E., Stevenson, K. T., Floyd, M. F. (2019). Outdoor time, screen time, and connection to nature: troubling trends among rural youth? *Environment and Behavior*, 51(8), 966-991.
- Laureto, L. M. O., Cianciaruso, M. V., Samia, D. S. M. (2015). Functional diversity: an overview of its history and applicability. *Natureza and Conservação*, 13(2), 112-116.
- Lavorel, S., Grigulis, K., McIntyre, S., Williams, N. S., Garden, D., Dorrough, J., Berman, S., Quétier, F., Thébault, A., Bonis, A. (2008). Assessing functional diversity in the field—methodology matters! *Functional Ecology*, 22(1), 134-147.
- Lecina-Diaz, J., Martínez-Vilalta, J., Alvarez, A., Vayreda, J., Retana, J. (2021). Assessing the risk of losing forest ecosystem services due to wildfires. *Ecosystems*, 1-15.
- Liao, C., Yue, Y., Wang, K., Fensholt, R., Tong, X., Brandt, M. (2018). Ecological restoration enhances ecosystem health in the karst regions of southwest China. *Ecological Indicators*, 90, 416-425.
- Lindley, S. J., Cook, P. A., Dennis, M., Gilchrist, A. (2019). Biodiversity, physical health and climate change: a synthesis of recent evidence. *Biodiversity and Health in the Face of Climate Change*, 17-46.
- Lovasi, G. S., Quinn, J. W., Neckerman, K. M., Perzanowski, M. S., Rundle, A. (2008). Children living in areas with more street trees have lower prevalence of asthma. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 62(7), 647-649.
- Lovell, R., Wheeler, B. W., Higgins, S. L., Irvine, K. N., Depledge, M. H. (2014). A systematic review of the health and well-being benefits of biodiverse environments. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 17(1), 1-20.
- Lukina, N. V., Geraskina, A. P., Gornov, A. V., Shevchenko, N. E., Kuprin, A. V., Chernov, T. I., Gornova, M. V. (2020). Biodiversity and climate regulating functions of forests: current issues and prospects for research. *Vopr. Lesn. Nauki*, 3, 1-90.

- Maar, M., Larsen, J., Butenschön, M., Kristiansen, T., Thodsen, H., Taylor, D., Schourup-Kristensen, V. (2024). Impacts of climate change on water quality, benthic mussels, and suspended mussel culture in a shallow, eutrophic estuary. *Heliyon*, 10(3).
- Maathai, W. (2003). The Green Belt Movement: Sharing the approach and the experience. *Lantern Books*.
- Maes, J., Liqueste, C., Teller, A., Erhard, M., Paracchini, M. L., Barredo, J. I., Lavalle, C. (2016). An indicator framework for assessing ecosystem services in support of the EU Biodiversity Strategy to 2020. *Ecosystem Services*, 17, 14-23.
- Maillard, J. C., Gonzalez, J. P. (2006). Biodiversity and emerging diseases. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1081(1), 1-16.
- Markevych, I., Tiesler, C. M., Fuertes, E., Romanos, M., Dadvand, P., Nieuwenhuijsen, M. J., Berdel, D., Koletzko, S., Heinrich, J. (2014). Access to urban green spaces and behavioural problems in children: Results from the GINI plus and LISApplus studies. *Environment International*, 71, 29-35.
- Marquet, O. (2020). Spatial distribution of ride-hailing trip demand and its association with walkability and neighborhood characteristics. *Cities*, 106, 102926.
- Marselle, M. R., Hartig, T., Cox, D. T., De Bell, S., Knapp, S., Lindley, S., Triguero-Mas, M., Böhning-Gaese, K., Braubach, M., Cook, P.A., De Vries, S., Bonn, A. (2021). Pathways linking biodiversity to human health: A conceptual framework. *Environment International*, 150, 106420.
- Marselle, M. R., Stadler, J., Korn, H., Irvine, K. N., Bonn, A. (2019). Biodiversity and health in the face of climate change (p. 481). *Springer Nature*.
- Mason, N. W., MacGillivray, K., Steel, J. B., Wilson, J. B. (2003). An index of functional diversity. *Journal of Vegetation Science*, 14(4), 571-578.
- Mason, N. W., Mouillot, D., Lee, W. G., Wilson, J. B. (2005). Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. *Oikos*, 111(1), 112-118.
- Mestanza-Ramón, C., Henkanaththegedara, S. M., Vásconez-Duchicela, P., Vargas Tierras, Y., Sánchez Capa, M., Constante Mejía, D., Jimenez Gutierrez, M., Charco Guamán, M., Mestanza Ramón, P. (2020). In-situ and ex-situ biodiversity conservation in Ecuador: A review of policies, actions and challenges. *Diversity*, 12(8), 315.
- Methorst, J., Bonn, A., Marselle, M., Böhning-Gaese, K., Rehdanz, K. (2021). Species richness is positively related to mental health—a study for Germany. *Landscape and Urban Planning*, 211, 104084.
- Methorst, J., Rehdanz, K., Mueller, T., Hansjürgens, B., Bonn, A., Böhning-Gaese, K. (2021). The importance of species diversity for human well-being in Europe. *Ecological Economics*, 181, 106917.

Miller, G. T., Spoolman, S. E. (2024). *Environmental Science*. Belmont, California: Brooks/Cole. ISBN 9780357976319

Miller, J. R. (2005). Biodiversity conservation and the extinction of experience. *Trends in Ecology and Evolution*, 20(8), 430-434.

Ming, X., Ray, C. (2019). Recognizing the Effect of Ecosystem Disruption on Human Health and Neurodevelopment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(24), 4908.

Miraglia, M., Marvin, H. J. P., Kleter, G. A., Battilani, P., Brera, C., Coni, E., Cubadda, F., Croci, L., De Santis, B., Dekkers, S., Filippi, L., Vespermann, A. (2009). Climate change and food safety: an emerging issue with special focus on Europe. *Food and Chemical Toxicology*, 47(5), 1009-1021.

Mishra, S., Bharagava, R. N., More, N., Yadav, A., Zainith, S., Mani, S., Chowdhary, P. (2019). Heavy metal contamination: an alarming threat to environment and human health. *Environmental Biotechnology: For Sustainable Future*, 103-125.

Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Brooks, T. M., Pilgrim, J. D., Konstant, W. R., Da Fonseca, G. A., Kormos, C. (2003). Wilderness and biodiversity conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(18), 10309-10313.

Mooney, H., Larigauderie, A., Cesario, M., Elmquist, T., Hoegh-Guldberg, O., Lavorel, S., Mace, G.M., Palmer, M., Scholes, R., Yahara, T. (2009). Biodiversity, climate change, and ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1(1), 46-54.

Moreno-Mateos, D., Barbier, E. B., Jones, P. C., Jones, H. P., Aronson, J., López-López, J. A., McCrackin, M.L., Meli, P., Montoya, D., Rey Benayas, J. M. (2017). Anthropogenic ecosystem disturbance and the recovery debt. *Nature Communications*, 8(1), 14163.

Muluneh, M. G. (2021). Impact of climate change on biodiversity and food security: a global perspective—a review article. *Agriculture and Food Security*, 10(1), 1-25.

Münzel, T., Gori, T., Babisch, W., Basner, M. (2014). Cardiovascular effects of environmental noise exposure. *European Heart Journal*, 35(13), 829-836.

Mustapa, N. D., Maliki, N. Z., Hamzah, A. (2015). Repositioning children's developmental needs in space planning: A review of connection to nature. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 170, 330-339.

Myers, S. S., Gaffikin, L., Golden, C. D., Ostfeld, R. S., H. Redford, K., H. Ricketts, T., McCrackin, M.L., Meli, P., Montoya, D., Osofsky, S. A. (2013). Human health impacts of ecosystem alteration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(47), 18753-18760.

Narain, P. (2000). Genetic diversity—conservation and assessment. *Current Science*, 79(2), 170-175.

Naughton-Treves, L., Holland, M. B., Brandon, K. (2005). The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods. *Annual Review Environmental Resource*, 30(1), 219-252.

- Neel, M. C., Cummings, M. P. (2003). Effectiveness of conservation targets in capturing genetic diversity. *Conservation Biology*, 17(1), 219-229.
- Newman, D. J., Cragg, G. M. (2020). Natural products as sources of new drugs over the nearly four decades from 01/1981 to 09/2019. *Journal of Natural Products*, 83(3), 770-803.
- Nguyen, M. H., Nguyen, M. H. T., Jin, R., Nguyen, Q. L., La, V. P., Le, T. T., Vuong, Q. H. (2023). Preventing the separation of urban humans from nature: The impact of pet and plant diversity on biodiversity loss belief. *Urban Science*, 7(2), 46.
- Nilsson, K., Sangster, M., & Konijnendijk, C. C. (2011). Forests, trees and human health and well-being: Introduction (Eds.), Biodiversity and health in the face of climate change. Netherlands: Springer, 1-19.
- Noack, F., Engist, D., Gantois, J., Gaur, V., Hyjazie, B. F., Larsen, A., M'Gonigle, L., Missirian, A., Qaim, M., Sargent, Risa., Souza-Rodrigues, E., Kremen, C. (2024). Environmental impacts of genetically modified crops. *Science*, 385(6712), eado9340.
- Noss, R. F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4(4), 355-364.
- Ochoa-Hueso, R., Delgado-Baquerizo, M., Gallardo, A., Bowker, M. A., Maestre, F. T. (2016). Climatic conditions, soil fertility and atmospheric nitrogen deposition largely determine the structure and functioning of microbial communities in biocrust-dominated Mediterranean drylands. *Plant and Soil*, 399, 271-282.
- Omer, A. M. (2008). Energy, environment and sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(9), 2265-2300.
- Ostfeld, R. S. (2009). Biodiversity loss and the rise of zoonotic pathogens. *Clinical Microbiology and Infection*, 15, 40-43.
- Otero, I., Farrell, K. N., Pueyo, S., Kallis, G., Kehoe, L., Haberl, H., Pe'Er, G. (2020). Biodiversity policy beyond economic growth. *Conservation Letters*, 13(4), e12713.
- Oudin Åström, D., Forsberg, B., Ebi, K. L., Rocklöv, J. (2013). Attributing mortality from extreme temperatures to climate change in Stockholm, Sweden. *Nature Climate Change*, 3(12), 1050-1054.
- Ozkok, G. A. (2015). Genetically modified foods and the probable risks on human health. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 4(3), 356-363.
- Palm, C., Blanco-Canqui, H., DeClerck, F., Gatere, L., Grace, P. (2014). Conservation agriculture and ecosystem services: An overview. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 187, 87-105.
- Park, B. Y., Lee, J. K., Ro, H. M., Kim, Y. H. (2011). Effects of heavy metal contamination from an abandoned mine on nematode community structure as an indicator of soil ecosystem health. *Applied Soil Ecology*, 51, 17-24.
- Peng, S., Piao, S., Ciais, P., Friedlingstein, P., Oettle, C., Bréon, F. M., Nan, H., Zhou, L., Myneni, R. B. (2012). Surface urban heat island across 419 global big cities. *Environmental Science and Technology*, 46(2), 696-703.

Pennekamp, F., Pontarp, M., Tabi, A., Altermatt, F., Alther, R., Choffat, Y., Fronhofer, E.A., Ganesanandamoorthy, P., Garnier, A., Griffiths, J.I., Greene, S., Petchey, O.L. (2018). Biodiversity increases and decreases ecosystem stability. *Nature*, 563(7729), 109-112.

Pereira, H. M., Ferrier, S., Walters, M., Geller, G. N., Jongman, R. H., Scholes, R. J., Bruford, M.W., Brummitt, N., Butchart, S.H., Cardoso, A.C., Coops, N.C., Wegmann, M. (2013). Essential biodiversity variables. *Science*, 339(6117), 277-278.

Petchey, O. L., Gaston, K. J. (2002). Extinction and the loss of functional diversity. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: *Biological Sciences*, 269(1501), 1721-1727.

Petchey, O. L., Gaston, K. J. (2006). Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecology Letters*, 9(6), 741-758.

Peter, M., Diekötter, T., Kremer, K. (2019). Participant outcomes of biodiversity citizen science projects: A systematic literature review. *Sustainability*, 11(10), 2780.

Pimentel, D., Wilson, C., McCullum, C., Huang, R., Dwen, P., Flack, J., Tran, Q., Saltman, T., Cliff, B. (1997). Economic and environmental benefits of biodiversity. *BioScience*, 47(11), 747-757.

Pimm, S. L. (2009). Climate disruption and biodiversity. *Current Biology*, 19(14), R595-R601.

Pollock, L. J., O'Connor, L. M., Mokany, K., Rosauer, D. F., Talluto, M. V., Thuiller, W. (2020). Protecting biodiversity (in all its complexity): new models and methods. *Trends in Ecology and Evolution*, 35(12), 1119-1128.

Pullin, A. S., Knight, T. M. (2009). Doing more good than harm—Building an evidence-base for conservation and environmental management. *Biological Conservation*, 142(5), 931-934.

Rappe, E., Koivunen, T., Korpela, E. (2008). Group gardening in mental outpatient care. *Therapeutic Communities*, 29(3), 273-284.

Reed, D. H., Frankham, R. (2003). Correlation between fitness and genetic diversity. *Conservation Biology*, 17(1), 230-237.

Reed, B. M., Sarasan, V., Kane, M., Bunn, E., Pence, V. C. (2011). Biodiversity conservation and conservation biotechnology tools. *In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant*, 47, 1-4.

Robbins, K. (2015). The biodiversity paradigm shift: adapting the Endangered Species Act to climate change. *Fordham Env'tl. L. Rev.*, 27, 57.

Salgotra, R. K., Chauhan, B. S. (2023). Genetic diversity, conservation, and utilization of plant genetic resources. *Genes*, 14(1), 174.

Sandifer, P. A., Sutton-Grier, A. E., Ward, B. P. (2015). Exploring connections among nature, biodiversity, ecosystem services, and human health and well-being: Opportunities to enhance health and biodiversity conservation. *Ecosystem Services*, 12, 1-15.

Sarkar, S., Pressey, R. L., Faith, D. P., Margules, C. R., Fuller, T., Stoms, D. M., Moffett, A., Wilson, K.A., Williams, K.J., Williams, P.H., Andelman, S. (2006). Biodiversity conservation planning tools: present status and challenges for the future. *Annual Review Environmental Resource*, 31(1), 123-159.

- Sen, T., Samanta, S. K. (2015). Medicinal plants, human health and biodiversity: a broad review. *Biotechnological Applications of Biodiversity*, (Vol. 147), 59-110.
- Shugart, H. H. (1997). Plant and ecosystem functional types (Vol. 20). Cambridge University Press, Cambridge.
- Shukla, I. (2023). *From Diversity to Disruption: Revisiting the Keystone Species Concept* (Doctoral Dissertation), University of Victoria.
- Song, Y., Wang, P., Li, G., Zhou, D. (2014). Relationships between functional diversity and ecosystem functioning: A review. *Acta Ecologica Sinica*, 34(2), 85-91.
- Soule, M. E., Kohm, K. A., Rollan, M. G., Fonds, W. N., Spellerberg, I. F., Harned, S. (1992). Conserving biodiversity: a research agenda for development agencies: report of a Panel of the Board on Science and Technology for International Development, US National Research Council» show extra info. *Island Press Critical Issues Series*.
- Souza, A., Dias, E., Antunes, C., Ilarri, M. (2023). Disruptions caused by invasive species and climate change on the functional diversity of a fish community. *ARPHA Preprints*, 4, e108383.
- Stange, M., Barrett, R. D., Hendry, A. P. (2021). The importance of genomic variation for biodiversity, ecosystems and people. *Nature Reviews Genetics*, 22(2), 89-105.
- Supple, M. A., Shapiro, B. (2018). Conservation of biodiversity in the genomics era. *Genome Biology*, 19, 1-12.
- Taylor, A. F., Kuo, F. E. (2006). Is contact with nature important for healthy child development? State of the evidence. *Children and their environments: Learning, using and designing spaces* (pp. 124–158). Cambridge University Press.
- Ten Brink, P., Mutafoğlu, K., Schweitzer, J. P., Kettunen, M., Twigger-Ross, C., Baker, J., Kuipers, Y., Emonts, M., Tyrväinen, L., Hujala, T., Ojala, A. (2016). The health and social benefits of nature and biodiversity protection. *A Report for the European Commission* (ENV. B. 3/ETU/2014/0039). London/Brussels: Institute for European Environmental Policy.
- Theissinger, K., Fernandes, C., Formenti, G., Bista, I., Berg, P. R., Bleidorn, C., Zammit, G. (2023). How genomics can help biodiversity conservation. *Trends in Genetics*, 39(7), 545-559.
- Tibbett, M., Fraser, T. D., Duddigan, S. (2020). Identifying potential threats to soil biodiversity. *PEERJ*, 8, e9271.
- Tilman, D., Clark, M., Williams, D. R., Kimmel, K., Polasky, S., Packer, C. (2017). Future threats to biodiversity and pathways to their prevention. *Nature*, 546(7656), 73-81.
- Tilman, D., Lehman, C. (2001). Human-caused environmental change: impacts on plant diversity and evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(10), 5433-5440.
- Tilman, D. (2001). Functional diversity. In *Encyclopedia of Biodiversity: Second Edition* (pp. 587-596). Elsevier Inc.
- Tsatsakis, A. M., Nawaz, M. A., Tutelyan, V. A., Golokhvast, K. S., Kalantzi, O. I., Chung, D. H., Kang, S. J., Coleman, M. D., Tyshko, N., Yang, S. H., Chung, G. (2017). Impact on environment,

ecosystem, diversity and health from culturing and using GMOs as feed and food. *Food and Chemical Toxicology*, 107, 108-121.

Tsutsui, N. D., Suarez, A. V., Grosberg, R. K. (2003). Genetic diversity, asymmetrical aggression, and recognition in a widespread invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(3), 1078-1083.

Turner, W. (2014). Sensing biodiversity. *Science*, 346(6207), 301-302.

Turner, M. G., Dale, V. H., Everham, E. H. (1997). Fires, hurricanes, and volcanoes: comparing large disturbances. *BioScience*, 47(11), 758-768.

Turner, W. R., Nakamura, T., Dinetti, M. (2004). Global urbanization and the separation of humans from nature. *Bioscience*, 54(6), 585-590.

Turney, C., Ausseil, A. G., Broadhurst, L. (2020). Urgent need for an integrated policy framework for biodiversity loss and climate change. *Nature Ecology and Evolution*, 4(8), 996-996.

Urban, M. C., Bocedi, G., Hendry, A. P., Mihoub, J. B., Pe'Er, G., Singer, A., Travis, J. M. J. (2016). Improving the forecast for biodiversity under climate change. *Science*, 353(6304). doi.org/10.1126/science.aad8466

Valavanidis, A., Vlachogianni, T. (2011). Ecosystems and biodiversity hotspots in the Mediterranean basin threats and conservation efforts. *Science Advances on Environment Toxicology and Ecotoxicology Issues*, 10, 1-24.

Valdez, J. W., Callaghan, C. T., Junker, J., Purvis, A., Hill, S. L., Pereira, H. M. (2023). The undetectability of global biodiversity trends using local species richness. *Ecography*, 2023(3). doi.org/10.1111/ecog.06604

Van Renterghem, T. (2014). Guidelines for optimizing road traffic noise shielding by non-deep tree belts. *Ecological Engineering*, 69, 276-286.

Walker, L. R. (2012). *The biology of disturbed habitats*. Oxford University Press.

Wang, B., Stirling, E., He, Z., Ma, B., Zhang, H., Zheng, X., Yan, Q. (2021). Pollution alters methanogenic and methanotrophic communities and increases dissolved methane in small ponds. *Science of the Total Environment*, 801, 149723.

Watkins, R., Palmer, J., Kolokotroni, M. (2007). Increased temperature and intensification of the urban heat island: Implications for human comfort and urban design. *Built Environment*, 33(1), 85-96.

Watson, R., Baste, I., Larigauderie, A., Leadley, P., Pascual, U., Baptiste, B., Demissew, S., Dziba, L., Erpul, G., Fazel, A., Fischer, M., Mooney, H. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES Secretariat: Bonn, Germany, 22-47. Retrieved on 08/11/2024 from https://www.mari-odu.org/academics/2018su_Leadership/commons/library/Summary%20for%20Policymakers%20IPBES%20Global%20Assessment.pdf

Wellen, K. E., Hotamisligil, G. S. (2005). Inflammation, stress, and diabetes. *The Journal of Clinical Investigation*, 115(5), 1111-1119.

Westengen, O. T., Jeppson, S., Guarino, L. (2013). Global ex-situ crop diversity conservation and the Svalbard Global Seed Vault: Assessing the current status. *PLOS ONE*, 8(5), e64146.

Willis, K. J., Birks, H. J. B. (2006). What is natural? The need for a long-term perspective in biodiversity conservation. *Science*, 314(5803), 1261-1265.

Wilson, E. O. (1988). *Biodiversity*. National Academy of Sciences. Retrieved on 08/11/2024 from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25032475/>

World Health Organization (2015). Connecting global priorities: biodiversity and human health: a state of knowledge review. Retrieved on 20/10/2024 from: <https://www.cbd.int/health/SOK-biodiversity-en.pdf>

World Health Organization (2015). Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth. In *Economic Cost of the Health Impact of Air Pollution in Europe*. Retrieved on 14/10/2024 from: <https://www.researchgate.net/publication/327843680> Economic cost of the health impact of air pollution in Europe

World Health Organization (2021). Nature, biodiversity and health: an overview of interconnections. Retrieved on 22/10/2024 from:

<https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289055581>

Wu, Z., Lei, S., He, B. J., Bian, Z., Wang, Y., Lu, Q., Peng, S., Duo, L. (2019). Assessment of landscape ecological health: A case study of a mining city in a semi-arid steppe. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(5), 752.

Ziarati, M., Zorriehzakra, M. J., Hassantabar, F., Mehrabi, Z., Dhawan, M., Sharun, K., Emran, T. B., Dhama, K., Chaicumpa, W., Shamsi, S. (2022). Zoonotic diseases of fish and their prevention and control. *Veterinary Quarterly*, 42(1), 95-118.

Zylstra, M. J. (2014). *Exploring meaningful nature experience, connectedness with nature and the revitalization of transformative education for sustainability* (Doctoral Dissertation, Stellenbosch: Stellenbosch University).

13.2 Ελληνική Βιβλιογραφία

Μελιάδου, Α. (2000). Βιοποικιλότητα (Οδηγός Εκπαιδευτικών). Αθήνα: Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων (ΥΠΕΠΘ). Ανακτήθηκε στις 25/09/2024 από:

<http://www.env-edu.gr/Documents>

13.3 Πηγές εικόνων

Εικόνα 1. Υπηρεσίες της βιοποικιλότητας στην ανθρώπινη υγεία.

World Health Organization. (2021). Nature, biodiversity and health: an overview of interconnections. Retrieved on 22/10/2024 from:

<https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289055581>