



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ
ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΔΠΜΣ – ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ
ΑΛΛΑΓΩΝ ΚΑΙ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

ΘΕΜΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ
ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΣΕ ΑΣΤΙΚΑ ΚΑΙ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΕΔΑΦΗ

«THE IMPACT OF THE CLIMATE CRISIS AND
ANTHROPOGENIC ACTIVITIES ON URBAN AND
AGRICULTURAL SOILS»



Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Παππά Σπυριδούλα

(Α.Μ 00067)

Επιβλέπων Καθηγήτρια: ΓΚΟΛΙΑ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ

ΒΟΛΟΣ 2023-2024

Περίληψη

Η κλιματική αλλαγή και οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν αναδειχθεί σε βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν το περιβάλλον και την ποιότητα των εδαφών σε παγκόσμιο επίπεδο. Στην Ελλάδα δυο χαρακτηριστικές περιοχές είναι η Θεσσαλία και το νησί της Λέσβου. Αυτά τα παραδείγματα αποτελούν χαρακτηριστικά διαφορετικών περιβαλλοντικών προκλήσεων, προκαλύπτοντας τον σύνθετο αντίκτυπο φυσικών φαινομένων και ανθρωπογενών παρεμβάσεων.

Η Θεσσαλία με την εκτεταμένη πεδιάδα της και τη γεωργική της δραστηριότητα βρίσκεται συχνά αντιμέτωπη με πλημμύρες. Αυτά τα φαινόμενα ενισχύονται από την αστικοποίηση, τη μείωση των δασικών εκτάσεων και τις ανεπαρκείς υποδομές αποστράγγισης. Οι πλημμύρες προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις στο έδαφος, όπως η διάβρωση η συμπύκνωση και η ρύπανση από βαρέα μέταλλα και μικροπλαστικά όπου μπορεί να παρασύρονται με τις πλημμύρες. Ακόμα επηρεάζει την γεωργική παραγωγή και τη εφαρμογή στρατηγικών διαχείρισης των υδάτων και την κατασκευή αντιπλημμυρικών έργων.

Αντίθετα στο νησί της Λέσβου ως νησιωτική περιοχή, πλήττεται κυρίως από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και την εντατικής ανθρώπινης δραστηριότητας στον κόλπο της. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, οι αυξημένες θερμοκρασίες και οι αλλαγές στα θαλάσσια ρεύματα οδηγούν σε διάβρωση και αυξημένη αλατότητα των παράκτιων εδαφών. Παράλληλα, η χρήση λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και ρύπανσης από βιομηχανικές δραστηριότητες υποβαθμίζουν τη σύνθεση του εδάφους και τη βιοποικιλότητα της περιοχής. Οι στρατηγικές προστασίας εστιάζουν στη βιώσιμη διαχείριση των φυσικών πόρων και στη μείωση των ανθρωπογενών επιπτώσεων.

Η παρούσα εργασία εστιάζει στη σύγκριση των δύο αυτών περιοχών αναδεικνύοντας τις ομοιότητες και τις διαφορές στις περιβαλλοντικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν. Μέσα από την ανάλυση των αιτιών, των επιπτώσεων στο έδαφος και των στρατηγικών αντιμετώπισης, στόχος είναι να κατανοηθούν οι διαφορετικές προσεγγίσεις που απαιτούνται για τη βιώσιμη διαχείριση των προβλημάτων τους, συμβάλλοντας στην καλύτερη κατανόηση και προστασία των οικοσυστημάτων τους.

Abstract

Climate change and human activities have emerged as key factors affecting the environment and soil quality on a global scale. In Greece, two characteristic regions Thessaly and the island of Lesvos—exemplify distinct environmental challenges, illustrating the complex interplay between natural phenomena and anthropogenic interventions.

Thessaly, with its extensive plains and agricultural activities, frequently faces flooding events. These phenomena are exacerbated by urbanization, deforestation, and inadequate drainage infrastructure. Floods cause significant soil-related impacts, including erosion, compaction, and pollution with heavy metals and microplastics, which may be transported by floodwaters. Such effects influence agricultural productivity, water management strategies, and the necessity for flood defense projects.

In contrast, the island of Lesvos, as an insular region, is primarily affected by climate change and intensive human activity in its coastal areas. Rising sea levels, increased temperatures, and changes in marine currents lead to erosion and elevated salinity in coastal soils. Concurrently, the use of fertilizers, pesticides, and pollution from industrial activities degrade soil composition and biodiversity. Protection strategies focus on the sustainable management of natural resources and mitigating anthropogenic impacts.

This study aims to compare these two regions by highlighting the similarities and differences in the environmental challenges they face. By analyzing the underlying causes, soil impacts, and response strategies, the goal is to understand the diverse approaches required for the sustainable management of their respective problems, contributing to a better understanding and protection of their ecosystems.

Περιεχόμενα

Περίληψη	2
Abstract	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	5
1.1 Κλιματική Αλλαγή	5
1.2 Επιπτώσεις Κλιματικής Αλλαγής	6
1.3 Νόμοι Κλιματικής Αλλαγής.....	7
1.4 Κλιματική Αλλαγή Στην Ελλάδα.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	10
2.1 Πλημμύρα	10
2.2 Κύκλος Νερού – Παραγωγή πλημμύρας	11
2.3 Μέγεθος Και Χαρακτηριστικά Των Πλημμυρών	12
2.4 Νομικό Σχέδιο Πλημμυρών	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	15
3.1 Έδαφος.....	15
3.2 Πώς Οι Πλημμύρες και η κλιματική αλλαγή Επηρεάζουν Τα Εδάφη.....	17
3.3 Μηχανισμοί Εισροής Ρύπων Στο Έδαφος Λόγω Πλημμυρών	19
4. Ρύποι Του Εδάφους Από Της Πλημμύρες	21
4.1 Μικροπλαστικά.....	21
4.2 Βαρέα Μέταλλα	23
4.3 Βαρέα Μέταλλα Και Πλημμύρες.....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο	26
Μελέτη περιπτώσεις 1 ^η	26
Κλίμα	27
Υλικά Και Μέθοδος.....	28
Μελέτη Περιπτώσεις 2 ^η	30
Κλίμα	31
Υλικά Και Μέθοδοι	31
Συζήτηση.....	33
Σύγκριση και διάφορες στις επιπτώσεις του εδάφους: Θεσσαλία και Λέσβος	33
Πρότασης Στρατηγικών Αντιμετώπισης.....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο	35
Μέτρα προστασία και αντιμετώπιση των πλημμυρών	35
6.1 Ολοκληρωμένη Διαχείριση Πλημμυρών	35
6.2 Εφαρμογές Και Μέτρα Πρόληψης	37

Συμπέρασμα.....	38
Βιβλιογραφία	39
ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ	45

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 Κλιματική Αλλαγή

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί μια από τις σημαντικότερες οικολογικές και κοινωνικές προκλήσεις του 21^{ου} αιώνα (Ι.ΔΙ.Μ.Ε.Κ). Με τον όρο της κλιματικής αλλαγής περιγράφεται η μεταβολή του παγκοσμίου κλίματος και συγκεκριμένα η αλλαγή στις μετεωρολογικές συνθήκες σε μακροχρόνια βάση (ERMIS-F, 2020). Οι κλιματικές αλλαγές συνδέονται κυρίως με τις ανθρώπινες δραστηριότητες αλλά και σε φυσικές διαδικασίες, όπως η μεταρρύθμιση από βιομηχανικές εκπομπές που επηρεάζουν τη σύνθεση της ατμοσφαιράς, αλλά και από φυσικά φαινόμενα όπως είναι οι ηφαιστειακές έκρηξη τα οποία εξίσου επηρεάζουν στην σύνθεση τις ατμόσφαιρας (NATIONS, 1992).

Υπάρχουν πολύ ορισμοί για την κλιματική αλλαγή. Σύμφωνα με την NASA ο ορισμός που αναφέρει για την κλιματική είναι: «ένα ευρύ φάσμα παγκόσμιων φαινομένων που δημιουργούνται κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων, τα οποία προσθέτουν αέρια που παγιδεύουν τη θερμότητα στην ατμόσφαιρα της Γης. Τα φαινόμενα αυτά περιλαμβάνουν τις αυξημένες τάσεις της θερμοκρασίας που περιγράφονται από την υπερθέρμανση του πλανήτη, αλλά περιλαμβάνουν επίσης αλλαγές όπως η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η μείωση του όγκου του πάγου της σκανδιναβικές χώρες, την Ανταρκτική, την Αρκτική και τους ορεινούς παγετώνες παγκοσμίως, οι αλλαγές στην ανθοφορία των λουλουδιών/φυτών και τα ακραία καιρικά φαινόμενα»

Κατά το 1988 δημιουργήθηκε η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change) με στόχο να μελετηθεί η εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής αλλά και τις συνέπειές που δημιουργεί το φαινόμενο αυτό (Ι.ΔΙ.Μ.Ε.Κ). Μέχρι και σήμερα, για να διαμορφωθούν σωστά αποτελέσματα, έχει συγκεντρώσει διάφορες ειδικότητες (βιολόγους, εδαφολόγους, μετεωρολόγους κτλ) από διάφορες επιστήμες για να αναπτύξει μια θεωρία για το φαινόμενο αυτό. (Schulz, 2022)

Σύμφωνα λοιπόν με την Διακυβερνητική επιτροπή IPCC (Core Writing Team, 2007) (Stocker, 2013), τα αρχικά συμπεράσματα που είναι πιθανόν να προκύψουν από τις

διάφορες επιδράσεις της Κλιματικής Αλλαγής στις Μεσογειακές περιοχή που αφορούν κυρίως την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας. Μερικές από αυτές είναι:

(α) Τα οικοσυστήματα της Μεσογείου επηρεάζονται όλο και πιο πολύς από τις παγκόσμιες μεταβολές. Με την άνοδο της θερμοκρασίας πάνω από 2°C, θα αρχίσουν να αυξάνονται οι άγονες περιοχές αλλά και οι χορτολιβαδικές εκτάσεις εις βάρος των θαμνωδών εκτάσεων, ενώ αντίθετα τα αείφυλλα και τα μικτά φυλλοβόλα δέντρα θα εξαπλωθούν εις βάρος των κωνοφόρων (Κωνσταντίνος Καρτάλης, 2017).

(β) Η μείωση των υδάτινων πόρων λόγω της κλιματικής αλλαγής θα έχουν σοβαρές επιπτώσεις τις ξηρές περιοχές όπου θα είναι περισσότερο εκτεθειμένες στα φαινόμενα της κλιματικής αλλαγής.

(γ) Οι πιο ζεστές και ξηρές συνθήκες θα μια από της κύριες επιπτώσεις όπου θα είναι υπεύθυνες για τη μείωση της παραγωγικότητας των δασικών προϊόντων αλλά και την συνέχεις εμφάνιση των πυρκαγιών. Ήδη στην δασοπονία και την γεωργία έχουν αρχίσει να εμφανίζεται η ευαισθησία τους στις πρόσφατες αυξητικές τάσεις των κυμάτων καύσωνα, των ξηρασιών και των πλημμυρών.

1.2 Επιπτώσεις Κλιματικής Αλλαγής

Στις μέρες μας η κλιματική αλλαγή έχει δημιουργήσει σοβαρές επιπτώσεις σε διάφορες δραστηριότητες αλλά και σε διάφορους επιστημονικούς και φυσικούς κλάδους. Ένας από αυτούς, όπου θα ασχοληθούμε λίγο περισσότερο σε αυτή την εργασία, είναι η επιφάνεια του εδάφους αλλά και τα οικοσυστήματα, όχι μόνο σε τοπικό επίπεδο αλλά και σε διεθνές επίπεδο (Todd A Ontl, 2020). Μερικές από τις κύριες επιπτώσεις που δημιουργεί η κλιματική αλλαγή στο έδαφος, αναφέρονται ως ακολούθως:

- Άνοδος της θερμοκρασίας και τα επίπεδα του CO₂: η άνοδος του διοξειδίου του άνθρακα σε συνδυασμό με την θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρας επηρεάζει σημαντικά την υγεία των δασικών και γεωργικών οικοσυστημάτων
- Άνοδος θερμοκρασίας και ξηρασία: η μείωση της υγρασίας σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες σε πολλές περιοχές δημιουργούν μείωση στη διαθεσιμότητα του νερού για τις ξερικές καλλιέργειες στον κλάδο της γεωργίας αλλά και στους δασικούς οργανισμούς καθώς δημιουργεί αυξημένο κίνδυνο για πυρκαγιά ειδικά τους καλοκαιρινούς μήνες
- Αύξηση καιρικών φαινομένων: η αυξημένα των καιρικών φαινομένων μπορεί να δημιουργήσει εκτεταμένες καταιγίδες, πυρκαγιές και πλημμύρες αλλά και ακραία καιρικά φαινόμενα όπου μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές στα γεωργικά και δασικά οικοσυστήματα, με αποτέλεσμα να επηρεάσει ή και να αλλάξει την σύνθεση των οργανισμών
- Η αποψιλώσει και στην συνέχεια η απώλεια της βιοποικιλότητας: η αποψίλωση των δασών σε συνδυασμό με την κλιματική αλλαγή, μπορεί να αλλάξει τις περιοχές του φυσικού οικοσυστήματος και έτσι να χειροτερεύει η κατάσταση της βιοποικιλότητας και πρώτα απ' όλα την εύρεση τροφής αλλά και κάλυψης των ζωντανών οργανισμών του οικοσυστήματος
- Μετακίνηση των ειδών: με την αλλαγή του κλίματος οι συνθήκες ζωής των οργανισμών αρχίζουν να αλλάζουν, με αποτέλεσμα πολλά ζωικά είδη του

οικοσυστήματος να αρχίζουν να μεταναστεύουν σε άλλες περιοχές, διεγείροντας έτσι μια σύγχυση στην βιοποικιλότητα της περιοχής με αποτέλεσμα να σπάσει η τροφική αλυσίδα του οικοσυστήματος της περιοχής

1.3 Νόμοι Κλιματικής Αλλαγής

Η ενσωμάτωση περιβαλλοντικών παραμέτρων στις οικονομικές και τομεακές πολιτικές αποτελούν κρίσιμο βήμα για την μείωση των περιβαλλοντικών πιέσεων, με σημαντική πρόοδο να σημειώνεται τα τελευταία χρόνια. Στην Ελλάδα, τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα περιλαμβάνουν τη χρήση γης, διαχείριση απορριμμάτων και διαχείριση υδατικών πόρων. Το σχετικά μη υποβαθμισμένο φυσικό περιβάλλον της χώρας, διαθέτει πλούσια βιοποικιλότητα, μεγάλη ποικιλία οικοτόπων, υψηλής ποιότητας νερά κολύμβησης και παράκτιες περιοχές και σχετικά καλή ποιότητα αέρα (European Environment Agency, 2020)

Πάρα τα θετικά αυτά για την χώρα μας, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αυξήθηκαν σταθερά κατά τη διάρκεια την τελευταία δεκαετία, με το διοξείδιο του άνθρακα CO₂ και το μεθάνιο CH₄ να αποτελούν τις κυριότερες συνιστώσες (European Environment Agency, 2024). Κυρίες πηγές των εκπομπών αυτών είναι η παραγωγή και η χρήση ενέργειας, η γεωργία, η κτηνοτροφία και η διαδικασία των απορριμμάτων (OECD, 2022).

Η Ελλάδα έχει υιοθετήσει πολιτικές που στοχεύουν στη μείωση των εκπομπών, όπως το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Κλιματική αλλαγή (2023), το οποίο βασίζεται στις δεσμεύσεις του πρωτοκόλλου του Κιότο (McGlade, 2005). Η αποτελεσματικότητα αυτών των πολιτικών, εξαρτάται από την αυστηρή και συνεπή υλοποίηση τους. Πρόσφατες μελέτες και αξιολογήσεις θα κρίνουν τον βαθμό στον οποίο θα χρειαστεί να αξιοποιηθούν οι μηχανισμοί του Κιότο για την επίτευξη των στόχων μείωσης εκπομπών. (IPCC, 2022-2023)

Για την κλιματική αλλαγή ισχύουν ασημαντοί νόμοι και πρωτοβουλίες σε Ελλάδα και Ευρώπη. Ακολουθούν μερικοί και η πιο πρόσφατοι από αυτούς:

Ελλάδα

1. Εθνικός κλιματικός Νόμος 4936/2022

Ο νόμος αυτός εισάγει δεσμευτικούς στόχους για μείωση εκπομπών κατά 55% έως το 2030 και μηδενικές καθαρές εκπομπές έως το 2040. Περιλαμβάνει μέτρα για τη στήριξη των ΑΠΕ, τη εξέλιξη της ενεργειακής απόδοσής και την προώθηση της κυκλικής οικονομίας¹.

2. Νόμος 5106/2024

Αυτός ο νόμος επικεντρώνεται στη διαχείριση των υδάτων και των υποδομών, αντιμετωπίζοντας τις κλιματικές αλλαγές στις περιοχές της Θεσσαλίας. Ακόμα περιλαμβάνει μέτρα βελτίωσης διαχείρισης υδάτων και προώθησης βιώσιμων πρακτικών².

¹ <https://ypen.gov.gr/perivallon/klimatiki-allagi/ethnikos-klimatikos-nomos/>

² <https://www.odigostoupoliti.eu/nomos-5106-2024-gia-tin-antimetopisi-ton-epiptoseon-tis-klimatikis-allagis/>

Ευρώπη

3. Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία
Ένα ολιστικό σχέδιο που δεσμεύει την Ευρωπαϊκή Ένωση για μηδενικές εκπομπές έως το 2050. Περιλαμβάνει μέτρα για βιώσιμες μεταφορές, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και προστασία της βιοποικιλότητάς, το σχέδιο υποστηρίζεται από τον μηχανισμό Δίκαιης Μετάβασης³.
4. Ευρωπαϊκός νόμος για το κλίμα
Αυτός ο νόμος καθιστά νομικά δεσμευτικό στόχο για κλιματική ουδετερότητα έως το 2050 και τη μείωση των εκπομπών κατά 55% έως το 2030 σε σύγκριση με τα δεδομένα του 1990. Στόχος αυτού του νόμου είναι να προφυλάξει ότι όλες οι πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωση συμβάλλουν σε αυτόν τον στόχο και ότι όλοι οι κλάδοι της οικονομίας και της κοινωνίας εκτελούν σωστά τον ρόλο τους⁴.
5. Οδηγία για τις ΑΠΕ
Εδώ θέτει στόχο για το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση έως το 2030, με ειδικά μέτρα για την ενίσχυση των επενδύσεων και της χρήσης καθαρών τεχνολογιών

1.4 Κλιματική Αλλαγή Στην Ελλάδα

Σύμφωνα με τον οργανισμό IRCC (IPCC, 2022-2023) (2023,2007), προκύπτουν κάποια συμπεράσματα για τις επιδράσεις που ενδέχεται να παραχθούν στην περιοχή της Μεσογείου, λόγω της άνοδο της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο από την κλιματική αλλαγή. Μερικά από αυτά είναι:

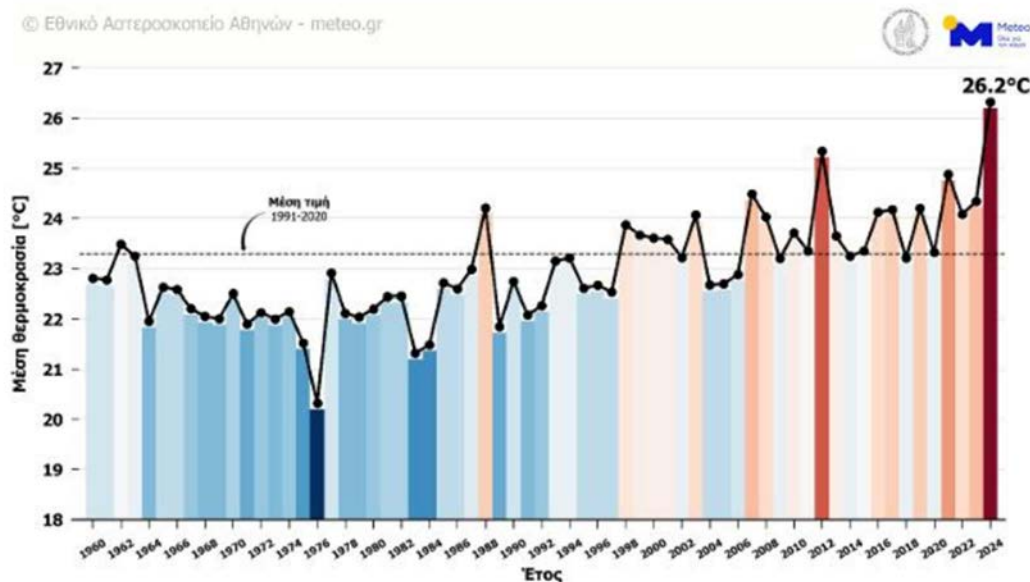
- Οι περιοχές που είναι εκτεθειμένες περισσότερο στην κλιματική αλλαγή, οι ξηρές περιοχές, θα υποφέρουν περισσότερο λόγω της μείωσης των υδάτινων πόρων
- Οι περιοχές με την περισσότερη ζεστή και ξηρασία θα έχουν μειωμένη παραγωγικότητα και τις δασικές περιοχές θα υπάρχει αυξημένος κίνδυνος εκδήλωσης πυρκαγιάς. Είδη στην γεωργία και δασοπονία υπάρχουν οι πρώτες καταστροφικές ενδείξεις λόγω της αύξησης των κυμάτων καύσωνα στην Μεσόγειο, με την ξηρασία και τις συνεχόμενες πλημμύρες (Ε.Κε.Π.Ε.Κ, 2011)
- Τα οικοσυστήματα της Μεσογείου είναι εκείνα που επιδρά στην διαμόρφωση της μεταβολή της θερμοκρασίας όλο και περισσότερο. Για παράδειγμα, μια αύξηση των 2 °C, θα δημιουργήσει μια κατασπάραξη των χορτολιβαδιών και άγονων περιοχών όπου αυτό θα αυξηθεί εις βάρος των θαμνωδών εκτάσεων, ενώ τα αείφυλλα και τα μικτά φυλλοβόλα δέντρα θα εξαπλωθούν εις βάρος των κωνοφόρων (Κωνσταντίνος Καρτάλης, 2017)
- Οι περισσότερες παράκτιες περιοχές, υγρότοποι, είναι πολύ ευαίσθητη στην κλιματική αλλαγή αλλά και την αλλαγή που έχει η στάθμη της θάλασσας

³ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_el

⁴ https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-climate-law_el

- Τέλος τα περισσότερα μέρη της μεσογείου έχουν μια άνοδο της θερμοκρασίας των ημερών που εκδηλώνουν επικίνδυνα τα επίπεδα για πυρκαγιές.

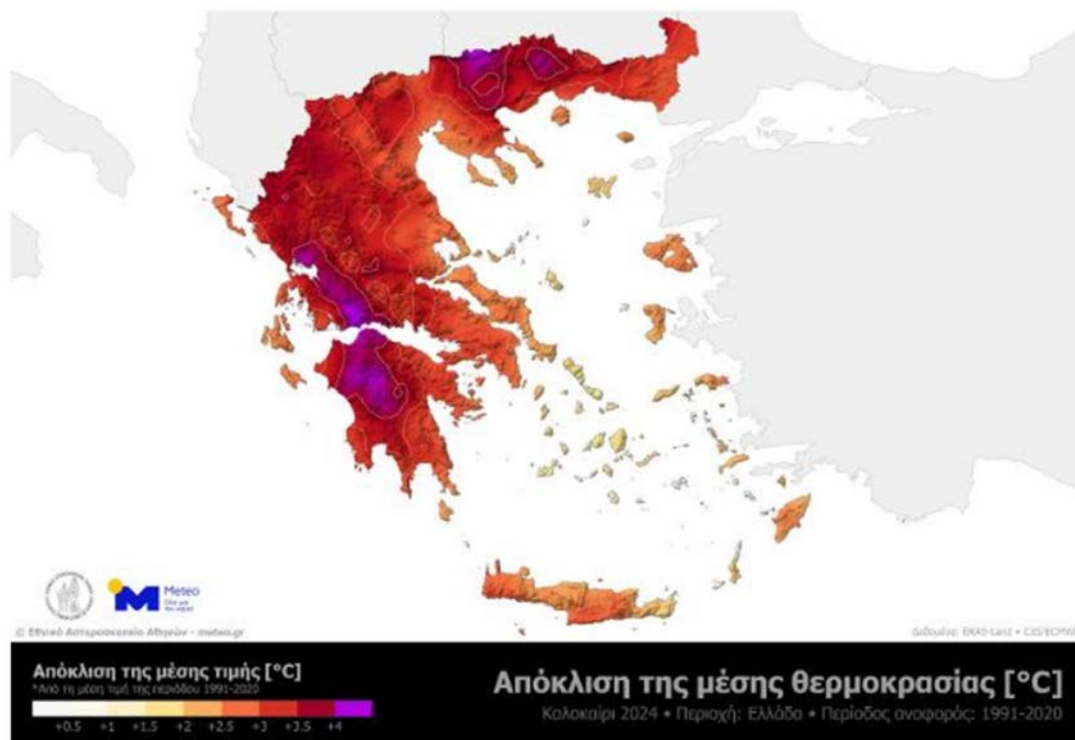
Σύμφωνα με το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών θα παρατηρήσουμε παρακάτω μερικά διαγράμματα για την μέση θερμοκρασία της Μεσογείου και κύριος της Ελλάδας για να δούμε μερικές αλλαγές όπου έγιναν μέσα στα χρόνια λόγω της κλιματικής αλλαγής⁵.



Διάγραμμα 1: η μέση θερμοκρασία για την περίοδο του καλοκαιριού (Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος) στην Ελλάδα από το 1960 μέχρι και το 2014

Στο παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε ότι το 2024 καταγράφεται ως το πιο ζεστό καλοκαίρι στην Ελλάδα στα τόσα χρόνια. Η μαύρη διακεκομμένη γραμμή μας δείχνει την μέση τιμή θερμοκρασίας από το 1991 έως το 2020, η θερμοκρασία το 2024 βλέπουμε ότι ξεπερνά κατά 3 °C την μέση τιμή. Άλλη μια χρονιά με υψηλή θερμοκρασία ήταν και το 2012 όπου εκείνη την χρονιά η θερμοκρασία ανέβηκε από την μέση τιμή γύρω τον 1,5 °C

⁵ <https://www.meteo.gr/>



Εικόνα 1: Απόκλιση της μέσης θερμοκρασίας για καλοκαίρι 2024 από την μέση τιμή της περιόδου 1991-2020 στην Ελλάδα. (ΠΗΓΗ: meteo.gr)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.1 Πλημμύρα

Σύμφωνα με την οδηγία της Ευρωπαϊκής ένωσης Οδηγία 2007/60 περιγράφονται μερικοί ορισμοί για την πλημμυρά αλλά και για τους κίνδυνους που προκαλεί. Πλημμυρά λοιπόν είναι η μεταβατική κάλυψη του εδάφους από τα νερά, τα οποία σε πραγματικές συνθήκες το νερό δεν καλύπτει το έδαφος σε εκείνη την περιοχή. Αυτό οφείλετε κύριος στις πλημμύρες που προέρχονται από ποτάμια, σε ορεινούς χειμάρρους, ρεύματα μικρής διάρκειας της Μεσογείου και σε κάποιες παράκτιες περιοχές από την θάλασσα.

Οι κίνδυνοι από πλημμύρα είναι ο συνδυασμός της πιθανότητας πλημμύρας και των πιθανών αρνητικών επιπτώσεων για την ανθρώπινη υγεία, την πολιτισμική κληρονομιά, τις οικονομικές δραστηριότητες αλλά και πολύ σοβαρά προβλήματα στο περιβάλλον

Οι πλημμύρες είναι ένα φυσικό φαινόμενο που τις περισσότερες φορές προέρχεται από φυσικό φαινόμενο, και δημιουργείτε όταν η χωρητικότητα του συστήματος αποστράγγισης, του εδάφους, δεν μπορεί να διαχειριστεί τον όγκο νερού που προέρχεται από την βροχόπτωση.

Το φυσικό αυτό φαινόμενο της πλημμύρας, δεν μπορεί να συγκρατήσει (ελεγχθεί) από τον άνθρωπο, όπως άλλα υδρογραφικά χαρακτηρίστηκα όπως από μια λεκάνη απορροής. Μια λεκάνη απορροής μπορεί να τροποποιηθεί από ανθρωπογενής δραστηριότητες ή ενέργειες όπως είναι η συρρίκνωση των δασικών τμημάτων της

λεκάνης, η ευθυγράμμιση της ροής του ποταμιού, η αστικοποίηση και η ανεπαρκής αποστράγγιση.

Οι πλημμύρες, γενικά είναι μια από τις πιο συχνές φυσικές καταστροφές όπως και οι δασικές πυρκαγιές. Οι πλημμύρες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, όπου εκδηλώνονται είτε ως βραδείας εξέλιξης, οι οποίες στην κατηγορία αυτή οι πλημμύρες δεν προκαλούν μεγάλες καταστροφές και με κάποιο τρόπο μπορούν να ελεγχθούν, είτε ως ξαφνικές-στιγμιαίες πλημμύρες (γεγονότα), όπου στην κατηγορία αυτή, λόγω της υπερβολικής πίεσης που εισβάλει το νερό προς την γη δημιουργούνται σοβαρές συνέπειες είτε ως προς τις ανθρώπινες κοινωνίες είτε ως προς τα γεωργικά - δασικά εδάφη

2.2 Κύκλος Νερού – Παραγωγή πλημμύρας

Το φυσικό φαινόμενο αυτό είναι παράγωγο του κύκλου νερού. Υπάρχουν διάφορα στοιχεία του υδρολογικού κύκλου που εμπλέκονται στο φαινόμενο της πλημμύρας. Μερικά από αυτά τα στοιχεία, με την σειρά που τα δείχνει η παρακάτω εικόνα είναι η βροχόπτωση, η οποία προκαλεί και την επιφανειακή απορροή. Η κατακράτηση από το έδαφος και τα φυτά, η οποία επιβραδύνει τη βροχή να εισέρθει στο έδαφος και έτσι το μεγαλύτερο μέρος καταλήγει στη διαδικασία της εξάτμισης. Έπειτα είναι η εξατμισοδιαπνοή από τα φυτά, το έδαφος και τις λίμνες –θάλασσες. Τέλος είναι η διήθηση στο έδαφος η οποία κρατάει το νερό της βροχής στο έδαφος για τις υπάρχουσες ανάγκες των ζωντανών οργανισμών του εδάφους (ζωική και φυτική) και έπειτα διεισδύει πιο βαθιά στους υδροφόρους ορίζοντες, όπου εκεί το νερό επιστρέφει με την σειρά του στο ποτάμι (EDWARD AGUADO, 2020).



Εικόνα 2: ο σχεδιασμός του υδρολογικός κύκλος (<https://www.usgs.gov/media/images/o-ydrologikos-kyklos-water-cycle-greek>)

2.3 Μέγεθος Και Χαρακτηριστικά Των Πλημμυρών

Ανάλογα με την ποσότητα και την δύναμη που εισέρχεται μια καταιγίδα στην επιφάνεια του εδάφους χωρίζεται σε τρία μεγέθη (ΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΥ, 2010). Αυτά είναι:

- η παροχή αιχμής και η αντίστοιχη στάθμη στο υδατορεύματα
- ο πλημμυρικός όγκος
- η χρονική διάρκεια

Κάθε φορά αυτά τα μεσογειακά χαρακτηριστικά των πλημμυρών εξαρτώνται από κάποια επιμέρους στοιχεία, όπως:

- την βροχόπτωση: το συνολικό ύψος, την ένταση, την διάρκεια της βροχής
- την λεκάνη απορροής: την έκταση, τον συντελεστή απορροής και τον χρόνο συρροής
- τα υδατορεύματα: την διατομή, την κλίση, την τραχύτητα και την στάθμη

Από τις παραπάνω, οι βασικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την εκδήλωση και την επικινδυνότητα από ένα πλημμυρικό γεγονός και κατά συνέπεια καθορίζουν σε μεγάλο μέρος το βαθμό επικινδυνότητας τους είναι η ένταση και η διάρκεια της βροχής, ο συντελεστής απορροής και ο χρόνος συρροής (της λεκάνης απορροής) (ΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΥ, 2010). Για τις παραπάνω τέσσερις παραμέτρους, για σταθερή έκταση λεκάνης απορροής ισχύουν τα εξής

1. για την αύξηση της διάρκειας της βροχής, με όλες τις άλλες παραμέτρους σταθερές, έχουμε αντίστοιχα αύξηση του πλημμυρικού όγκου.
2. για αύξηση της έντασης της βροχόπτωσης, διατηρώντας όλες τις άλλες παραμέτρους σταθερές, ο πλημμυρικός όγκος που έχουμε θα αύξηση ανάλογα.
3. για αύξηση του συντελεστή απορροής, ο όγκος της πλημμύρας αυξάνεται και εδώ ανάλογα, όταν όλες οι άλλες παράμετροι παραμένουν σταθεροί
4. για να μειωθεί ο χρόνος συρροής, με όλες τις άλλες παραμέτρους σταθερές, έχουμε σταθερό τον όγκο από την πλημμύρα, καθώς αυξάνεται η παροχή αιχμής.

Οι παράγοντες, μαζί με τα χαρακτηριστικά τους και την επίδραση που έχει η μεταβολή τους στην πιθανότητα πλημμύρας, δεν μπορούν να παρουσιαστούν συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα.

<u>ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ</u>	<u>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ</u>	<u>ΠΛΗΜΜΥΡΙΑΚΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ</u>

<u>ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ</u>	<u>ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ</u>	<u>ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΕΣ ΕΝΤΑΣΕΙΣ ΒΡΟΧΗΣ</u>
<u>ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ</u>	<u>ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ</u>	<u>ΑΥΞΗΣΗ- ΜΕΙΩΣΗ</u>
<u>ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ</u>	<u>ΠΑΡΟΧΕΤΕΥΤΟΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ</u>	<u>ΜΕΙΩΣΗ</u>
<u>ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ</u>	<u>ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ</u>	<u>ΑΥΞΗΣΗ</u>

Πίνακας 1: Συνιστώσες καθορισμού πλημμυρικού κινδύνου (ΠΗΓΗ

2.4 Νομικό Σχέδιο Πλημμυρών

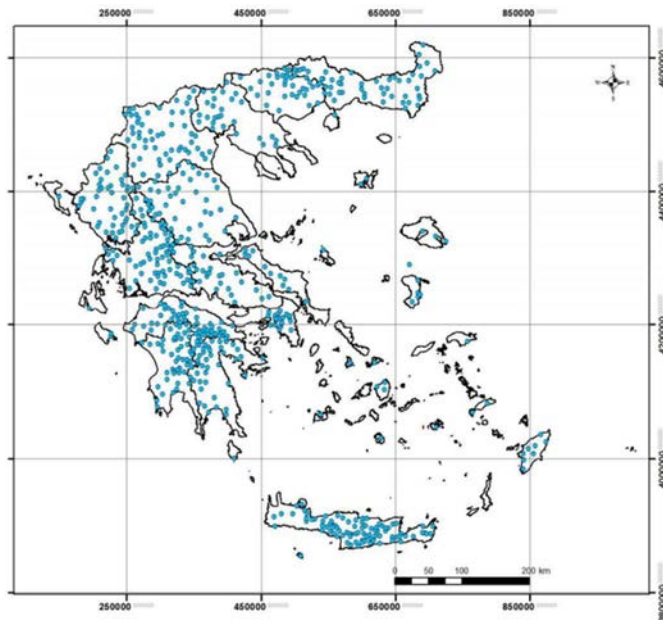
Η χώρα μας βρίσκεται σε πολύ αρχικό στάδιο όσον αφορά την διαχείριση των φυσικών καταστροφών και την καταχώριση των πλημμυρικών στοιχείων σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας, αλλά τα τελευταία χρόνια σύμφωνα με την Οδηγία 2007/60/EK της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει ενσωματώσει το σχεδιάγραμμα για την αντιμετώπιση των πλημμυρών. Αναλυτικά η έκθεση για την χρήση των οδηγιών δηλώνει:

‘ Η Οδηγία για τις Πλημμύρες (2002/60/EK) είναι η νομοθεσία του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων για τις πλημμύρες. Η οδηγία αυτή έχει ενσωματωθεί στο Ελληνικό Δίκαιο με την Κ.Υ.Α.Η.Π. 31822/1542/Ε103/20102 (ΦΕΚ Β’ 1108/21,07/2010). Η αντιμετώπιση των πλημμυρών, σύμφωνα με την οδηγία αυτή, γίνεται με τρία βασικά στάδια:

1^ο στάδιο: Προκαταρκτική Αξιολόγηση Πλημμύρας, αναγνωρίζονται η περιοχές υψηλού κινδύνου σε λεκάνες απορροής ποταμίων και πρακτικών ζωνών (άρθρα 4,5)

2^ο στάδιο: Κατάρτιση Χαρτών επικινδυνότητας και κινδύνων Πλημμύρας, η χωροθέτηση των περιοχών με δυνητικούς σοβαρούς κινδύνους, για την ανάλυση της πιθανότητας και των συνεπειών των πλημμυρών (άρθρο 6,10)

3^ο στάδιο: σχέδια διαχείρισης Κινδύνου Πλημμύρας, περιλαμβάνει μέτρα για την μείωση των αρνητικών συνεπειών στις ανθρώπινες ζωές, το περιβάλλον, την οικονομία και την πολιτισμική κληρονομιά μας, αλλά ακόμα και την μείωση των πιθανοτήτων εμφάνισης κινδύνου από πυρκαγιά (άρθρο 6,7)



Εικόνα 4: δίκτυο βροχόμετρων σταθμών της Ελλάδας (πηγή: https://floods.ypeka.gr/egyFloods/IDF/IDF_Report_V4.pdf)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 Έδαφος

Ένας σύνθετος ζωντανός οργανισμός είναι και το έδαφος, όπου μπορεί να δώσει ζωή από τους μικροσκοπικούς οργανισμούς μέχρι και σε μεγαλύτερους οργανισμούς. Οι διάφορες αλληλεπιδράσεις του προσφέρουν καθαρό νερό, αέρα, τροφή, βιομηχανικές διεργασίες χωρίς χημικές ουσίες (Ελευθέριος Ευαγγέλου, 2024). Αποτελείτε από οργανικά και ορυκτά συστατικά, όπου τα ονομάζουμε σωματίδια, όπως για παράδειγμα το άργιλο, η άμμος κτλ. Η προέλευση των οργανικών συστατικών προέρχονται από ζωντανούς οργανισμούς, όπως για παράδειγμα φυτά, μύκητες, βακτήρια και υπολείμματα των ζωικών οργανισμών (Russell, 2023).





Εικόνα 5: συμπιεσμένο έδαφος από διαφορετικές δραστηριότητες (πηγή: Agrotypos.gr)

Η συμπύκνωση στην επιφάνεια του εδάφους (μέχρι το βαθύτερο σημείο που επιτυγχάνεται με το όργωμα) μπορεί να προκύψει από τη βόσκηση των αποθεμάτων (καταπάτηση) και τη φόρτωση της κυκλοφορίας (Πίνακας 1). Τα αποτελέσματα της καταπάτησης, όπως είδαμε και στις παραπάνω φωτογραφίες, εξαρτώνται από την πυκνότητα του αποθέματος, το βάρος του ζώου, το μέγεθος της οπλής, την υγρασία του εδάφους, τον τύπο του εδάφους, τον τύπο του φυτού και την κλίση του αγρού (Y. Zhao, 2010). Η καταπάτηση του εδάφους εξαρτάται κύριος από την πυκνότητα του ζωικού κεφαλαίου, το μέγεθος και το βάρος των ζώων και τέλος την κλίση του εδάφους. Αυτό επηρεάζει κυρίως τη γεωμετρία των πόρων τις επιφανείες του εδάφους και της επιφανειακής μήτρας του εδάφους. Μπορεί να μειώσει τους πληθυσμούς των γαιοσκωλήκων μειώνοντας έτσι την διείσδυση τους στο έδαφος. Το βάθος συμπύκνωσης δεν υπερβαίνει τα 10 cm (K.L. Greenwood, 2001). Εκτός από το ζωικό φορτίο η συμπύκνωση του εδάφους γίνεται και με το κυκλοφοριακό, όπως για παράδειγμα ένα τρακτέρ ή ένα φορτηγό για λόγους εργασίας. Κάτω από την επιφάνεια των ελαστικών το έδαφος παραμορφώνεται υπό κανονικές και διατμητικές τάσεις. Αυτές οι αλλαγές μπορούν να σχηματίσουν αλλαγή στους πόρους που το έδαφος απορροφά το νερό με αποτέλεσμα το νερό να είναι στην επιφάνεια (A. Alaoui, 2006).

Πίνακας 1 . Τύποι και αιτίες συμπίεσης του εδάφους.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169417308806#b1000>

Τύπος συμπίεσης	Περιγραφή/αιτίες	Παραδείγματα παραπομπών
Φορτία κυκλοφορίας	Οι κύριες αιτίες συμπίεσης είναι οι συμπιεστικές δυνάμεις που ασκούνται σε συμπίεστο έδαφος από τροχούς κάτω από τρακτέρ, ρυμουλκούμενα και θεριζοαλωνιστικές μηχανές, κατά τη διέλευση των εργαλείων άροσης στο έδαφος (ιδιαίτερα περιστροφικός εξοπλισμός με κινητήρα).	Hamza and Anderson (2005) , Arvidsson et al. (2002) , Milne and Haynes (2004)

Βόσκηση βοοειδών/καταπάτηση αποθεμάτων	Συμπίεση του εδάφους που προκαλείται από την καταπάτηση σε βοσκότοπο που χαρακτηρίζεται από τη χωρικά ετερογενή κατανομή του. Επηρεάζει κυρίως τη γεωμετρία (ή τη δομή) των πόρων στην επιφάνεια του εδάφους (επιφανειακή συμπίεση)	Alaoui et al. (2011a) , Krümmelbein et al. (2006) , Vzzotto et al. (2000)
Λακουβίτσα	Συμπύκνωση του υπεδάφους σε ορυζώνες που προκαλείται από την καλλιέργεια που προκαλείται από άροση, που οδηγεί σε σκληρές λεκάνες κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας σε συνθήκες κορεσμένου νερού	Οι Samson et al. (2002)
Αστικοποίηση	Προκαλείται από τη χρήση βαρέων μηχανημάτων, τη μετεγκατάσταση οικοδομικών υλικών και το ποδοπάτημα από τον άνθρωπο, ειδικά κοντά σε πεζοδρόμια ή δρόμους, σε εργοτάξια και σε δημόσιους χώρους πρασίνου	Οι Edmonson et al. (2011), Jim, 1998 , Pouyat et al., 2007
Βιομηχανικές δραστηριότητες	Προκλήθηκε κατά την εξόρυξη ορυκτών, την εγκατάσταση υπόγειων αγωγών ή την αναδιαμόρφωση τοπίων με χρήση βαρέων μηχανημάτων	Batey (2009) , Batey and McKenzie (2006)

Εκτός από την ανθρώπινη και ζωική δραστηριότητα πολλές φορές το έδαφος επηρεάζεται και από την κλιματική αλλαγή. Η αλλαγή της θερμοκρασίας και η συχνές βροχοπτώσεις επηρεάζουν τις ιδιότητες του εδάφους με αποτέλεσμα να υπάρχουν επιδράσεις στη ποιότητα του νερού αλλά και στη βλάστηση με αποτέλεσμα να επηρεάζονται και οι γεωργικές καλλιέργειες (NSW, 2024).

3.2 Πώς Οι Πλημμύρες και η κλιματική αλλαγή Επηρεάζουν Τα Εδάφη

Οι πλημμύρες αποτελούν μια φυσική διαδικασία που μπορούν να επιφέρουν σημαντικές αλλαγές τόσο τις επιφανειακές όσο και τις υπόγειες διαδικασίες ενός οικοσυστήματος, παρότι οι υπόγειες επιδράσεις είναι συχνά λιγότερο εμφανείς. Οι πλημμύρες μπορούν να προκληθούν και από ανθρώπινες αλλά και από φυσικές αιτίες. Μια από τις κύριες συνέπειες είναι οι αλλαγές στις μικροβιακές κοινότητες του εδάφους, καθώς οι πλημμύρες είναι αναερόβιες συνθήκες, δηλαδή χωρίς οξυγόνο, όπου διαταράσσουν τους μικροοργανισμούς (Irene M. Unger, 2009). Υπάρχουν διάφορες

επιδράσεις, μερικές από τις σημαντικότερες επιδράσεις των πλημμυρών στη σύσταση και τη φυσική και χημική δομή του εδάφους είναι:

Η διάβρωση του εδάφους: οι πλημμύρες μπορούν να προκαλέσουν έντονη διάβρωση, ειδικά όταν υπάρχουν ισχυρά ρεύματα που μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες νερού και ιζημάτων. Αυτή η διαδικασία αφαιρεί το ανώτερο στρώμα του εδάφους, το οποίο είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και οργανική ύλη. Η κλιματική αλλαγή θα αυξήσει τα ποσοστά διαβρώσεις του εδάφους λόγω διαφόρων παραγόντων. Η μείωση βροχόπτωσης στις νότιες περιοχές μπορεί να οδηγήσει σε πιο ξηρά επιφανειακά εδάφη, επιδεινώνοντας τη συνοχή και τη δομή τους. Παράλληλα, η συχνότερη εμφάνιση ακραίων φαινομένων θα προκαλέσει έντονες βροχοπτώσεις γνωστές ως νεροποντές, οι οποίες αποτελούν βασική αιτία διάβρωσης (NSW, 2024). Ο κίνδυνος διάβρωσης διαφοροποιείται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του εδάφους στην κάθε περιοχή. Για παράδειγμα, οι απότομες πλαγιές παρουσιάζουν μεγαλύτερο κίνδυνο διάβρωσης, ενώ τα επίπεδα εδάφη είναι πιο ανθεκτικά. Στη νοτιά Αυστραλία υπολογίζεται ότι η διάβρωση των πλαγιών θα αυξηθεί κατά 7-20% τα επόμενα 60 χρόνια, λόγω των μεταβολών που επιφέρει η κλιματική αλλαγή (NSW, 2024).

Συμπύκνωση του εδάφους: Το μεγάλο βάρος του νερού μπορεί να προκαλέσει συμπύκνωση των εδαφών ειδικά αν παραμένουν πλημμυρισμένα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η συμπύκνωση περιορίζεται στη διαπερατότητα του νερού και του αέρα του εδάφους, καθορίζοντας δυσκολότερη την ανάπτυξη των ριζών των φυτικών οργανισμών και μειώνει την μικροβιακή δραστηριότητα όπου είναι σημαντική για τη διάσπαση της οργανικής ύλης και τον εμπλουτισμό του εδάφους με θρεπτικά συστατικά (Abdallah Alaoui, 2018).

Ο οργανικός άνθρακας στο έδαφος: αποτελεί το κρίσιμο δείκτη για την υγεία του εδάφους καθώς συνδέεται με σημαντικά χαρακτηριστικά, όπως οι διαθεσιμότητα στις διατροφικές θρεπτικές ουσίες, τη φυσική δομή του εδάφους και στην ικανότητα για τη συγκράτηση του νερού και ο αερισμός του εδάφους, από την κλιματική αλλαγή. Γενικά προβλέπεται μείωση του οργανικού άνθρακα τόσο βραχυπρόθεσμα όσο μακροπρόθεσμα. Αυτή η μείωση μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την παροχή θρεπτικών συστατικών, τη δομή του εδάφους την ικανότητα συγκέντρωσης νερού αλλά και των αερισμό με αποτέλεσμα την πιθανότητα μειώσεις της γεωργικής παραγωγής. Ο οργανικός άνθρακας παίζει σημαντικό ρόλο στον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής καθώς επηρεάζει τον παγκόσμιο κύκλο του περιβάλλοντος και τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Η μείωση του ενδέχεται να οδηγήσει σε αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (NSW, 2024).

Αλλαγή στη δομή του εδάφους: η απόθεση μεγάλων ποσοτήτων ιζημάτων από τις πλημμύρες μπορεί να μεταβάλει τη δομή και τη σύσταση του εδάφους. Τα ιζήματα περιέχουν διάφορα ογκομετρικά μεγέθη, όπως άμμο και λάσπη μέχρι και πηλό. Αυτά μπορούν να αλλάξουν τη σύσταση του εδάφους και κατεπέκταση των στοιχείων τους, όπως η υδατοϊκανότητα και η αποστράγγιση (Abdallah Alaoui, 2018).

Χημικές αλλαγές: το έδαφος αποτελεί βασική πηγή θρεπτικών συστατικών που απαιτούνται για την ανάπτυξη των φυτών, με τα υψηλότερα επίπεδα αυτών των συστατικών να υποδηλώνουν μεγαλύτερη γονιμότητα. Γενικά η αύξηση στα θρεπτικά συστατικά του εδάφους, όπως το ασβέστιο, το μαγνήσιο, το κάλιο και το νάτριο. Αυτή η αύξηση συνδέεται με την προβλεπόμενη άνοδο της θερμοκρασίας και τη μείωση των

βροχοπτώσεων που επηρεάζουν τα ανώτερα στρώματα του εδάφους. Η αύξηση των μακροπρόθεσμων ουσιών μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο στην γεωργία, ενισχύοντας τη γονιμότητα του εδάφους. Ωστόσο η εντατική καλλιέργεια ενδέχεται να εξασφαλίσει τα επίπεδα αυτών των ουσιών με την πάροδο του χρόνου (NSW, 2024). Ακόμα τα θρεπτικά συστατικά ενδέχεται να επηρεάσουν αρνητικά τα φυσικά οικοσυστήματα τα οποία έχουν προσαρμοστεί σε χαμηλά επίπεδα θρεπτικών ουσιών. Αντίθετα οι πλημμύρες ανακατεύουν το εδάφος με νερό πλούσια σε ανόργανα συστατικά, όπως νιτρικά, κάλιο, φώσφορο και άλλα στοιχεία που συναντώνται στο νερό της πλημμύρας. Η συγκέντρωση αυτών των στοιχείων στο έδαφος μπορεί να προκαλέσει τοξικές συνθήκες για τα φυτά ή να ευνοήσει την ανάπτυξη ορισμένων ειδών σε βάρος άλλων. Επιπλέον η αύξηση ποσότητα νερού μπορεί να προκαλέσει την εκκύση των θρεπτικών στοιχείων, μειώνοντας τη γονιμότητα του εδάφους (Abdallah Alaoui, 2018).

Το PH του εδάφους: το PH του εδάφους αποτελεί μέτρο της οξύτητας ή της αλκαλικότητας και επηρεάζει άμεσα την ανάπτυξη των φυτών, καθώς κάθε είδος έχει συγκεκριμένο εύρος PH που είναι κατάλληλο για εκείνο. Ορισμένα φυτά είναι ανεκτικά σε μεγάλο φάσμα PH, ενώ άλλα απαιτούν πιο στενά όρια. Επιπλέον το PH επηρεάζει τη διαθεσιμότητα θρεπτικών και τοξικών στοιχείων τα οποία είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη των φυτών. Το PH του εδάφους κυμαίνεται από 4,5 έως 8 μονάδες στο έδαφος, στο μέλλον προβλέπεται μια μικρή αύξηση του PH. Γενικά αυτή η αλλαγή δεν αναμένεται να έχει σημαντικές επιπτώσεις στις γεωργικές καλλιέργειες, αλλά οι διαχειριστές αγροκτημάτων μπορεί να χρειαστεί να τις λάβουν υπόψη σε περιπτώσεις καλλιιεργειών που απαιτούν συγκεκριμένα επίπεδα PH, όπως για παράδειγμα ορισμένες ποικιλίες σιταριού. Παράλληλα, οι μεταβολές του PH στο έδαφος μπορεί να επηρεάσουν τα φυσικά οικοσυστήματα τα οποία είναι προσαρμοσμένα σε συγκεκριμένο PH. Αυτό μπορεί να ισορροπήσει και να λειτουργήσει σωστά με προσαρμοσμένες στρατηγικές από διαχειριστές οικοσυστημάτων (NSW, 2024).

Μεταφορά ρύπων και βαρέων μετάλλων: το νερό που προέρχεται από τις πλημμύρες μπορεί να περιέχει ρυπαντικά και βαρέα μέταλλα από βιομηχανικές και αστικές περιοχές, που μεταφέρονται στο έδαφος μέσω των ιζημάτων. Οι ρύποι αυτοί μπορούν να συσσωρευτούν στο έδαφος και να έχουν μακροπρόθεσμα τοξική επίδραση στο περιβάλλον και στην γεωργία.

Η επίδραση που έχει η πλημμυρά στη σύσταση του εδάφους είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που περιλαμβάνει φυσικές, χημικές και βιολογικές αλλαγές. οι πλημμύρες μπορούν να επιφέρουν σοβαρές συνέπειες στη γονιμότητα του εδάφους στη βιοποικιλότητα και στην οικολογική ισορροπία των περιοχών που πλήττονται από αυτή την φυσική καταστροφή (C. Suzuki, 2005). Αντιμετώπιση αυτών των αλλαγών απαιτούνται μέτρα αποκατάστασης, η προσθήκη οργανικής ύλης, η εφαρμογή τεχνικών για την ενίσχυση της δομής του εδάφους και η παρακολούθηση των επιπέδων των ρυπαντών, ώστε να μειωθούν οι αρνητικές συνέπειες στην αγροτική παραγωγή και το περιβάλλον.

3.3 Μηχανισμοί Εισροής Ρύπων Στο Έδαφος Λόγω Πλημμυρών

Οι πλημμύρες αποτελούν ένα σημαντικό περιβαλλοντικό φαινόμενο που μπορεί να επιφέρει σοβαρές αλλαγές στη χημική σύσταση των εδαφών. Η χημική σύσταση του εδάφους μπορεί να αλλάξει με την εισροή διαφόρων ρύπων που εισέρχονται στο έδαφος. Οι μηχανισμοί μέσα των οποίων οι ρύποι εισέρχονται στο έδαφος κατά την διάρκεια μιας πλημμυράς είναι πολύπλοκοι και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως η σύνθεση του εδάφους, η τοπογραφία και το κλίμα της συγκεκριμένης περιοχής αλλά και η πηγή των υδάτων απ' όπου προέρχεται η πλημμύρα.

Τα νερά μιας πλημμυράς όταν προέρχονται από ρυάκια ή ποτάμια, περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις ιζημάτων, τα οποία μπορούν να είναι φορτωμένα με βαρέα μέταλλα όπου μερικές φορές η προέλευση τους είναι και ζωική, (Q. Zhu, 2023) , επιβλαβή στοιχεία και άλλους οργανικούς ρύπους. Κατά την διάρκεια της πλημμυράς αυτά τα ιζήματα κατακάθονται και αποτίθενται στο έδαφος, όπου οι ρύποι αυτοί αρχίζουν να ενσωματώνονται στο έδαφος. Ο ρυθμός και η ένταση αυτή της διεργασίας εξαρτώνται από την ταχύτητα των πλημμυρικών υδάτων, το μέγεθος των ιζημάτων αλλά και την κλίση της επιφάνειας, που καθορίζουν τη μετακίνηση και την απόθεση των ρυπαντών του εδάφους (Selma Yaşar Korkanç, 2024).

Κατά τη διάρκεια της πλημμυράς, οι μεγάλοι όγκοι νερού μεταφέρουν ρύπους από αστικές, βιομηχανικές και γεωργικές περιοχές προς το έδαφος. Η επιφανειακή ροή των υδάτων μπορεί να περιέχει διάφορους ρύπους όπως χαλκός, μόλυβδος, κάδμιο, χαλκός, μικροπλαστικά και οργανικές ενώσεις, όπως για παράδειγμα υπολείμματα από φυτοφάρμακα, θρεπτικά στοιχεία από λιπάσματα, όπως φωσφορικά, νιτρικά (Selma Yaşar Korkanç, 2024). Ακόμα αυτοί οι ρύποι προσκολλώνται στο έδαφος καθώς τα νερά από τις πλημμύρες απορροφώντας από την επιφάνεια, αυξάνοντας την περιεκτικότητα του εδάφους σε τοξικές ουσίες και ενδεχομένως υποβαθμίζοντας τη γονιμότητα του εδάφους (Defu He, 2018).

Η αύξηση της περιεκτικότητας του νερό από τις πλημμύρες στο έδαφος είναι ένα γεγονός που διευκολύνει τη μεταφορά των διαλυμένων ρύπων στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους μέσω της διαδικασίας έκπλυσης. Ειδικά σε μερικές περιοχές που το έδαφος είναι διαπερατό, διάφοροι ρύποι όπως είναι τα νιτρικά και τα μικροπλαστικά μπορεί να διεισδύσουν στις υπόγειες υδάτινες πηγές επηρεάζοντας την ποιότητα των υπογείων υδάτων και καθιστώντας δύσκολη την απομάκρυνση των τοξικών ουσιών. Ο βαθμός διάχυσης εξαρτάται από τη σύσταση του εδάφους, τη διάρκεια των πλημμυρών και τις ιδιότητες των ρύπων που έχουν ως προς τη διαλυτότητα (Defu He, 2018).

Όταν τα νερά από τις πλημμύρες παραμένουν στο έδαφος για μεγάλο χρονικό διάστημα δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες λόγω της εξάντλησης του διαθέσιμου οξυγόνου. Οι αναερόβιες συνθήκες ενισχύουν την κινητικότητα ορισμένων ρύπων, όπως είναι τα βαρέα μέταλλα, για παράδειγμα το αρσενικό, μέσα από αναγωγικές αντιδράσεις που τα απελευθερώνουν από τις αργιλικές ή οργανικές δομές του εδάφους. Αυτή η διαδικασία εντείνει την τοξικότητα του εδάφους, ενώ οι ρύποι μετακινούνται σε μεγαλύτερα βάθη και μολύνουν το έδαφος.

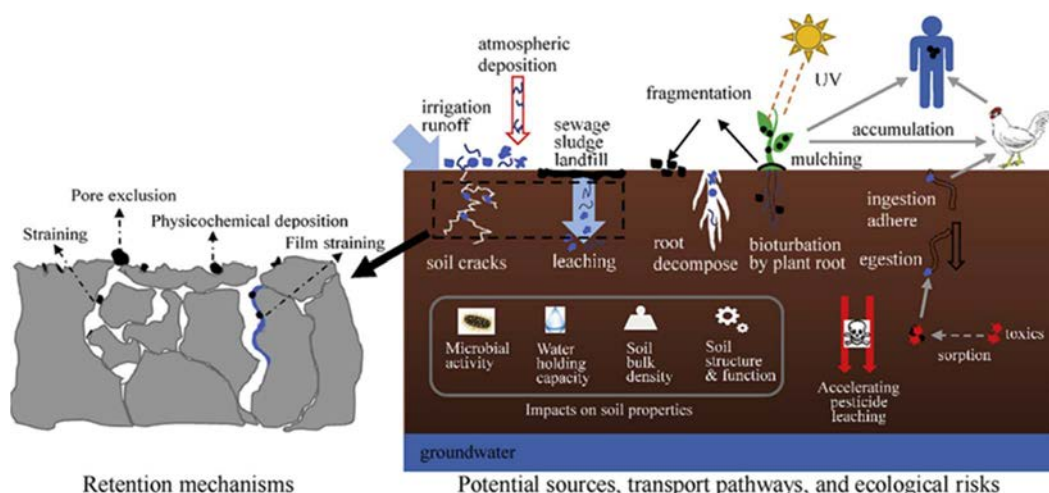
Τέλος οι πλημμύρες μπορούν να αυξήσουν τα επίπεδα οργανικής ύλης στο έδαφος, τα οποία με την σειρά τους μπορούν να αλληλοεπιδράσουν με ορισμένους ρύπους, σχηματίζοντας φραγή στους πόρους με αποτέλεσμα την συγκράτηση των ρύπων μακροχρόνια στο έδαφος (Defu He, 2018). Τα μικροπλαστικά από αστικά και

βιομηχανικά απόβλητα που εισέρχονται στο έδαφος μέσω από τις πλημμύρες προσκολλούνται στην οργανική ύλη και ενσωματώνονται στη δομή του εδάφους προκαλώντας έτσι μακροπρόθεσμη ρύπανση.

4. Ρύποι Του Εδάφους Από Της Πλημμύρες

4.1 Μικροπλαστικά

Η αναγνώριση των μικροπλαστικών στο έδαφος είναι σημαντική για την αφομοίωση και αντιμετώπιση της ρύπανσης. Τα πιο κοινά πολυμερή που εντοπίζονται στο έδαφος είναι το πολυαιθυλένιο (PE), το πολυαμίδιο (PA), το πολυβινυλοχλωρίδιο(PVC), πολυπροπυλένιο(PP), το πολυστυρένιο(PS) και το πολυεστέα (PET). Ειδικότερα το PE και το PP είναι τα συχνότερα πολυμερή που βρίσκονται στο έδαφος (Ling Yang, 2021).



Εικόνα 6: μηχανισμοί συγκράτησης μικροπλαστικών στην άμμο και μεταφορά μικροπλαστικών στο έδαφος⁷

Οι κύριες πηγές μικροπλαστικών στο εδαφικό περιβάλλον είναι:

- Υγειονομική ταφή λυματολάσπης
- Η εφαρμογή κομποστ
- Η επικάλυψέ πλαστικού φιλμ
- Η άρδευση και η πλημμύρα λυμάτων
- Τα υπολείμματα των ελαστικών αυτοκινήτων
- Η ατμοσφαιρική εναπόθεση

1) Υγειονομική ταφή λυμάτων ή λυματολάσπης

Η λάσπη από τα λύματα που χρησιμοποιείται ως λίπασμα ή θάβεται περιέχει μικροπλαστικά που εισέρχονται στο έδαφος. Η συλλογή σε αυτή την κατηγορία γίνεται

⁷ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749119335882>

από προϊόντα περιποίησης και καθαρισμού που περιέχουν συνήθως μικροσκοπικές πλαστικές σφαίρες (PCCPs), από ίνες ρούχων και άλλων υφασμάτων όπου απελευθερώνουν στο πλύσιμο και στο τέλος καταλήγουν στα λύματα (Ding Gao, 2020). Ακόμα μια πηγή συλλογής μικροπλαστικών είναι η διαρροή πλαστικών πρώτης ύλης από βιομηχανικές μονάδες που απελευθερώνονται στο περιβάλλον.

Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των λυμάτων, τα μικροπλαστικά διαχωρίζονται κυρίως μέσω της διαδικασίας καθίζησης και συγκεντρώνονται στη λυματολάσπη. Παρά την υψηλή απόδοση απομάκρυνσης μικροπλαστικών από τα επεξεργασμένα λύματα, που υπολογίζεται ότι είναι περίπου στο 90%, τα εναπομείναντα μικροπλαστικά παραμένουν σε υψηλά επίπεδα λόγω του μεγάλου όγκου των λυμάτων που εξυπηρετούνται (Ding Gao, 2020).

Αυτή η λυματολάσπη είναι άφθονη σε οργανική ύλη και ιχνοστοιχεία και χρησιμοποιείται συχνά ως λίπασμα σε γεωργικές εκτάσεις. Στην Ευρώπη το 50% περίπου των λυματολάσπης χρησιμοποιείται στη γεωργικά, ενώ στις Σκανδιναβικές χώρες, όπως η Φιλανδία το ποσοστό αυτό φτάνει και το 72% (Melanie Bläsing, 2018). Η συνεχή χρήση της λυματολάσπης οδηγεί σε συσσώρευση μικροπλαστικών στο έδαφος. Επιπλέον η αντιμετώπιση αυτής της ρύπανσης απαιτεί αυστηρούς κανονισμούς και καλύτερες πρακτικές διαχείρισης των λυμάτων και της λυματολάσπης.

2) Άρδευση και πλημμύρα λυμάτων

Η άρδευση και η πλημμύρα είναι δυο σημαντικές διαδικασίες που και αυτές με την σειρά τους συμβάλουν στη μεταφορά μικροπλαστικών στο έδαφος. Το νερό που περιέχει λύματα μπορεί να μεταφέρει μικροπλαστικά στο έδαφος, επηρεάζοντας τα οικοσυστήματα και την υγεία ανθρώπων και ζώων (Ling Yang, 2021).

Κατά τη διάρκεια μιας έντονης βροχόπτωσης, τα λύματα μπορεί να πλημμυρίσουν και να διαχυθούν σε γειτονικές περιοχές. Αυτές οι πλημμύρες μεταφέρουν μικροπλαστικά στο έδαφος και στα υδάτινα οικοσυστήματα, αυτό όταν εναποτίθενται στο έδαφος για μεγάλο χρονικό διάστημα, επηρεάζουν την δομή και τη γονιμότητα του εδάφους. Έπειτα τα μικροπλαστικά μπορούν να εισρεύσει προς τον υδροφόρο ορίζοντα και έτσι να μολυνθούν τα υπόγεια ύδατα (Melanie Bläsing, 2018). Αυτό δημιουργεί ένα φαύλο κύκλο αφού στη συνέχεια θα μεταφερθεί στα τρόφιμα και από εκεί στον άνθρωπο. Η χρήση νερού από τα λύματα για την άρδευση γεωργικών εκτάσεων είναι μια κοινή πρακτική ύδρευσης.

3) Εφαρμογή κομπόστ

Η χρήση κομπόστ ως μέθοδος τροποποίησης του εδάφους αποτελεί έναν φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο επαναχρησιμοποίησις θρεπτικών συστατικών από τα οργανικά απόβλητα. Ωστόσο αυτή η μέθοδος μπορεί να οδηγήσει σε ρύπανση του εδάφους διότι περιέχει πλαστικά υπολείμματα, ειδικά αν δεν γίνει σωστή διαλογή των απορριμμάτων. Τα οργανικά απόβλητα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή κομπόστ συχνά περιέχουν πλαστικά υπολείμματα. Αυτό γίνεται κύριος γιατί τα οικιακά και βιοχημικά απόβλητα μπορεί να περιέχουν πλαστικά αντικείμενα που δεν έχουν αφαιρεθεί εντελώς πριν την κομποστοποίηση. Επίσης, η μη σωστή διαλογή των οργανικών από τα μη οργανικά απόβλητα οδηγεί στην ανάμειξη πλαστικών με τα βιολογικά υλικά. Ακόμα μια μέθοδος είναι και τα κατάλοιπα από πλαστικές σακούλες όπου κατά τη συλλογή

οργανικών αποβλήτων μπορούν να αφήσουν πλαστικά σωματίδια στο κομπόστ (Ling Yang, 2021)..

Παρόλου που η κομποστοποίηση μειώνει τον όγκο των αποβλήτων και βελτιώνει την ποιότητα του εδάφους, τα πλαστικά υπολείμματα παραμένουν και καταλήγουν στο έδαφος όταν το κομπόστ χρησιμοποιείται ως λίπασμα (Melanie Bläsing, 2018). Αυτά τα πλαστικά με το πέρασμα του χρόνου συσσωρεύονται και στη συνέχεια επηρεάζουν την υγεία του εδάφους και στη συνέχεια την ανάπτυξη των καλλιεργειών⁸.

4) Επικάλυψη πλαστικού φιλμ

Η χρήση φιλμ από πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) και πολυαιθυλένιο (PE) στην αγροτική παραγωγή έχει αυξηθεί ραγδαία λόγω των οικονομικών και αγροτικών πλεονεκτημάτων που προσφέρει, όπως είναι οι υψηλές αποδόσεις για τις καλλιέργειες και τους καρπούς και τη διατήρηση της υγρασίας του (Emmanuel Sunday Okeke, 2022). Ωστόσο, αυτή η πρακτική έχει οδηγήσει σε σημαντική περιβαλλοντική επιβάρυνση λόγω ότι στις αγροτικές εκτάσεις πολλά από τα προϊόντα από πλαστικό είναι σάπια με αποτέλεσμα να αφήνουν μικροπλαστικά κατά την αποσύνθεση τους (Ling Yang, 2021). Ακόμα μια χρήση είναι ελαστικά αυτοκινήτων, όπου κατά την φθορά των ελαστικών απελευθερώνονται μικροπλαστικά που καταλήγουν στο έδαφος μέσω της ατμοσφαιράς ή των ομβρίων υδάτων

5) Ατμοσφαιρική εναπόθεση

Η ατμοσφαιρική εναπόθεση είναι μια σημαντική διαδικασία που μεταφέρει αέρια και σωματίδια από την ατμόσφαιρα στην επιφάνεια της Γης, έτσι τα μικροπλαστικά που υπάρχουν στον αέρα μπορούν να κατακαθίσουν στο έδαφος μέσω της βροχής ή απευθείας απόθεσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κάποιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που μπορεί να είναι τόσο επιβλαβείς, όσο και ευεργετικές. Οι ευεργετικές επιπτώσεις που έχει είναι ο καθαρισμός του αέρα και η μεταφορά πρόσθετων θρεπτικών συστατικών στο έδαφος για τα φυτά. Ενώ οι επιβλαβείς επιπτώσεις που έχει είναι μεγάλες ποσότητες θείου και άλλων θρεπτικών ουσιών που μπορεί να προκαλέσουν όξινη και ευτροφισμό στα οικοσυστήματα (Pacyna, 2008).

Η μεταφορά των μικροπλαστικών στο έδαφος είναι πολύπλοκη και βασίζεται σε διάφορους συντελεστές όπως η υγρασία, η σύσταση του εδάφους, οι γεωργικές πρακτικές και οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν. Η κατανομή αυτών των μηχανισμών είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη στρατηγικών μείωσης της ρύπανσης και προστασίας του περιβάλλοντος (Jia Li, 2020).

4.2 Βαρέα Μέταλλα

Τα βαρέα μέταλλα αποτελούνται από στοιχεία που περιέχουν υψηλή ατομική μάζα και υψηλή ατομική πυκνότητα. Συνήθως το μέγεθος τους είναι μεγαλύτερο από 5g/cm³. Βαρέα μέταλλα υπάρχουν πολλά, τα πιο κοινά που συναντάμε συνήθως στο έδαφος είναι το μόλυβδο (Pb), ο υδράργυρος (Hg), το αρσενικό (As), το χρώμιο, το κάδμιο (Cd), ο χαλκός (Cu) αλλά και άλλα (Stephen S. Leonard, 2004). Μερικά από τα βαρέα μέταλλα είναι απαραίτητα όπως είναι Mo, Mn Cu, Ni, Fe, Zn, όπως κάποια άλλα είναι βλαβερά μέταλλα, όπως Cd, Ni, As, Hg, Pb. Τα βαρέα μέταλλα είναι απαραίτητα για

⁸ <https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/kalliergitikes-praktikes/item/3361-pos-ta-ypoleimmata-mikroplastikon-sto-edafos-epireazoun-tin-anaptyksi-ton-fyton>

τα φυτά, καθώς ενεργοποιούν την ενζυμική αντίδραση που είναι απαραίτητα αλλά και προσφέρουν σταθερότητα κατιόντων (S.J. Stohs, 1995).

Στο έδαφος τα βαρέα μέταλλα μπορούν να υπάρχουν τόσο από φυσικές όσο και από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Από φυσικές δραστηριότητες τα βαρέα μέταλλα μπορούν να προέρχονται από την αποσάθρωση και τη διάβρωση φυσικών πετρωμάτων που περιέχουν μερικά από τα παραπάνω στοιχεία. Μία ακόμα δραστηριότητα μπορεί να είναι η απελευθερώσει βαρών μετάλλων στην ατμόσφαιρα από έκρηξη ηφαιστειών, όπου έπειτα επανέρχονται στο έδαφος (Stephen S. Leonard, 2004). Από ανθρώπινες δραστηριότητες η πηγές είναι διάφορες, η πιο βασική είναι η βιομηχανικές δραστηριότητες, από μεταλλουργία ή εξορύξεις ή και άλλες βιομηχανικές δραστηριότητες που μπορούν να απελευθερώσουν βαρέα μέταλλα στο περιβάλλον (S. G. Papadimou, 2024). Ακόμα η απόρριψη αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων στο έδαφος μπορεί να προκαλέσει συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στο έδαφος. Έπειτα ένα ακόμα σημαντικό είναι η γεωργία, όπου με την χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων για την αποτελεσματικότερη παραγωγή του χωραφιού όπου συσσωρεύονται και απελευθερώνουν στο έδαφος. Η χρήση της λυματολάσπης είναι μια από τις πιο σημαντικές πηγές ρύπου που δημιουργούν τα βαρέα μέταλλα στο έδαφος. Αυτό οδηγεί σε αυξημένη συσσώρευση του εδάφους κυρίως όταν προέρχονται από βιομηχανικά απόβλητα από τις τριγύρω περιοχές, ενώ στην περίπτωση που προέρχεται από αγροτικές καλλιέργειες το έδαφος επιβαρύνετε κύριος με τις ιδιότητες του χαλκού, όπου είναι είδη εμπλουτισμένο το έδαφος λόγω της χρήσεις λιπασμάτων (CuSO_4) από τους αγρότες (Γκόλια, 2003). Επίσης η εκπομπές από την καύση μερικών ορυκτών καυσίμων, όπως είναι ο άνθρακας και το πετρέλαιο, περιέχουν βαρέα μέταλλα που εναποτίθενται στο έδαφος (Kiran, 2022).

Κάδμιο: το κάδμιο απελευθερώνεται κυρίως από τις μπαταρίες νικελίου, από την επίστρωση και την επιμετάλλωση, για την παραγωγή του τσιμέντου μέσα από την καύση των ορυκτών καυσίμων. Επίσης, απελευθερώνετε από τα αστικά απόβλητα και τα απορρίμματα από βιομηχανίες. Από τις φυσικές δραστηριότητες απελευθερώνεται από την έκρηξη ηφαιστείου, από πυρκαγιές, από καιρικές συνθήκες όπως πτώση πετρωμάτων αλλά και διάβρωση εδάφους. Η παγκόσμια κατανάλωση του κάδμιο είναι περίπου 24000t/έτος (O.P., 2007).

Αρσενικό: το αρσενικό απελευθερώνεται κυρίως από ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως είναι η εξόρυξη, η τήξη, ή καύση απολιθωμάτων και το χημικοθεραπευτικό φάρμακο που γίνεται για την θεραπεία του καρκίνου (Borpp, 1988).

Νικέλιο: το νικέλιο απελευθερώνεται κυρίως από φυσικές δραστηριότητες όπως η βροχή, ο αέρας, η διάβρωση και οι πυρκαγιές. Οι ανθρώπινες πηγές προέλευσης του είναι κυρίως από εργοστάσια χύτευσης και εργοστάσια που κατασκευάζουν μπαταρίες, όπου κατά την δημιουργία τους απελευθερώνουν νικέλιο στο περιβάλλον (Bader, 1997). Η μέση συγκέντρωση σε παγκόσμιο επίπεδο είναι 20 mg/kg σε ξερά εδάφη, αυτό κυμαίνεται ανάλογα με την ποιότητα του εδάφους που θα μελετηθεί. Η χαμηλότερη τιμή που μπορεί να πάρει σε φυσιολογικές συνθήκες είναι 0,05-0,10 mg/kg.

Μόλυβδος: ο μόλυβδος απελευθερώνεται κυρίως από την ανακύκλωση μπαταριών οξέος –μόλυβδου, την εξόριση και την επεξεργασία μεταλλευμάτων. Ακόμα μπορεί να απελευθερωθεί από βαφές που έχουν μόλυβδο ως βάση, από σωλήνες εγκαταστάσεων

υδρορροών, από την εξάτμιση των μέσα μεταφοράς αλλά και από απόβλητα βιομηχανιών. Έπειτα από φυσικές δραστηριότητες απελευθερώνεται από την έκρηξη ηφαιστείων όπου αυξάνει τα στάδια μόλυνσης στο περιβάλλον

Υδράργυρος: προέρχεται κυρίως από ανθρώπινες πηγές όπως είναι η γεωθερμική δραστηριότητα, την εξόρυξη χρυσού, την καύση άνθρακα αλλά και άλλες εκπομπές από ανθρώπινες δραστηριότητες. Υπάρχει επίσης και στα φαρμακευτικά απόβλητα, όπως το θερμόμετρο. Ακόμα χρησιμοποιείται στο λιπάσματα και φυτοφάρμακα όπου επιβαρύνει περισσότερο το έδαφος, στο περιβάλλον (Cifuentes F.R., 1996).

Πίνακας 2: United States Environmental Protection Agency's (USEPA), 2002

Βαρέα Μέταλλα	RfD (mg/kg/day)
Χαλκός (Cu)	0,04
Ψευδάργυρος (Zn)	0,3
Μόλυβδος (Pb)	0,0035
Σίδηρος (Fe)	0,7
Μαγγάνιο (Mn)	0,005
Χρώμιο (Cr)	0,003
Κάδμιο (Cd)	0,001
Νικέλιο (Ni)	0,035
Κοβάλτιο (Co)	0,02

4.3 Βαρέα Μέταλλα Και Πλημμύρες

Στις μέρες μας οι ανθρώπινες δραστηριότητες σε συνδυασμό με τις κλιματικές αλλαγές υπάρχει κίνδυνος διπλασιασμού στις περισσότερες παράκτιες περιοχές του κόσμου (Morello-Frosch, 2023). Αυτό μπορεί στο περιβάλλον να επιδεινώσει τις επιπτώσεις της μόλυνσης από τα βαρέα μέταλλα στις περισσότερες παράκτιες περιοχές. Στις περισσότερες μελέτες που έχουν γίνει, έχει διαπιστωθεί ότι οι προηγούμενες πλημμύρες και οι καταιγίδες έχουν οδηγήσει στην απελευθέρωση διάφορων τοξικών ουσιών στο περιβάλλον από επικίνδυνα απόβλητα, βιομηχανίες και μολυσμένες τοποθεσίες (DiGiulio, 2023). Ωστόσο οι έντονες βροχοπτώσεις μπορεί να οδηγήσει το έδαφος σε κορεσμό. Όταν η πλημμύρες ή ο κορεσμός του εδάφους συνδυάζεται με μικροβιακές δραστηριότητες τότε το οξυγόνο του εδάφους αρχίζει να εξαντλείται. Αυτή η απώλεια έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία κρίσης στους φυτικούς οργανισμούς. Υπάρχουν φυτά που είναι ανθεκτικά χαρακτηριστικά απέναντι στις πλημμύρες. Αυτά έχουν συγκεκριμένες ανατομικές και φυσιολογικές ιδιότητες που τους επιτρέπει να μπορούν να αντιμετωπίσουν τις συνθήκες με την χαμηλό οξυγόνο στο έδαφος. Αντίθετα τα φυτά που δεν είναι τα χαρακτηριστικά τους ανθεκτικά στις πλημμύρες δεν μπορούν να προσαρμοστούν τόσο εύκολα σε αυτές τις συνθήκες. Με την ελάττωση του

οξυγόνου στο έδαφος τα μικρόβια λόγω αναερόβιας αναπνοής θα αρχίσουν να στρέφονται σε εναλλακτικούς δείκτες ηλεκτρονίων για τις μεταβολικές τις ανάγκες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την περιορισμένες μορφές οξυγόνου, μαγνησίου, αζώτου, θείου ή και σιδήρου στο έδαφος (Irene M. Unger, 2009).

Η ελάττωση του οξυγόνου το έδαφος λόγω του υπερβολικού νερού από τις πλημμύρες και του κορεσμού, οδηγούν σε αυξημένη κινητικότητα των βαρέων μετάλλων στο έδαφος, καθώς οι αναερόβιες προκαλούν αναγωγικές αντιδράσεις, όπου αυξάνουν τη διαλυτότητα τους. Αυτή η διαδικασία μπορεί να ενισχύσει τη βιοδιαθεσιμότητα τοξικών στοιχείων, επιβαρύνοντας περαιτέρω τη γονιμότητα του εδάφους και την ποιότητα του νερού (Morello-Frosch, 2023). Ταυτόχρονα, οι μικροβιακές κοινότητες προσαρμόζονται μέσω εναλλακτικών αναπνοής μεταβάλλοντας έτσι την ισορροπία των θρεπτικών στοιχείων. Ωστόσο, στρατηγικές λύσεις, όπως η επιλογή ανθεκτικών φυτών και η βελτίωση της μικροβιακής δραστηριότητας, μπορούν να συμβάλουν στην αναγέννηση των εδαφών και στη μείωση της τοξικότητας (DiGiulio, 2023).

ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Μελέτη περιπτώσεις 1^η

Μια από τις πιο πρόσφατες πλημμύρες που έχουν γίνει στην Ελλάδα είναι στην περιοχή της Θεσσαλίας το 2020 και ιδιαίτερα στην περιοχή της Λάρισας . η συνολική της έκταση είναι 14.036 χλμ². Η περιοχή της Θεσσαλίας είναι μια περιοχή που στην νότια πλευρά της βρίσκεται η Στερεά Ελλάδα, στα ανατολικά βρέχεται από το Αιγαίο Πέλαγος ενώ στην βορειοανατολική της πλευρά συνορεύει με την Ήπειρο και αντίστοιχα στα βορειοδυτικά με την Μακεδονία. Είναι μια από τις πιο σημαντικές γεωγραφικές περιφέρειες της Ελλάδας λόγω της απέραντης πεδιάδας με τις πολλές γεωργικές καλλιέργειες και κτηνοτροφικές τις εγκαταστάσεις διότι είναι η κύρια ασχολία των κατοίκων. Αποτελεί έναν κρίσιμο χώρο για την μελέτη περιβαλλοντικών καταστροφών- φαινομένων, όπως οι πλημμύρες. Σε αυτό παίζει ρόλο η φυσική, κοινωνικοοικονομική και κλιματική κατάσταση που βρίσκεται. Η Θεσσαλία αποτελείται από τέσσερις περιφερειακές ενότητες την Καρδίτσα, Λάρισα, Τρίκαλα και Μαγνήσια. Επίσης έχει στην έκταση της 15 νησιά (Σκόπελος, Σκιάθος, Αλόνησος κ.α.) τα οποία υπάγονται στο νομό Μαγνησίας. Η Θεσσαλία το έδαφος της χωρίζεται 50% ορεινό και ημιορεινό και το άλλο 50% πεδινό. Στις ορεινές περιοχές υπάγεται ο Όλυμπος, το νότιο τμήμα της οροσειράς της Πίνδου, τα βόρειο τμήμα των Αγράφων, η Όσσα, το Πήλιο και ο Όθρυς, ενώ στις πεδινές περιοχές περιλαμβάνονται η πεδιάδα της Θεσσαλίας που διασχίζει τον άξονα του Πηνειού ποταμού. Τέλος η Λάρισα είναι η διοικητική πρωτεύουσα της Θεσσαλίας. Το υπέδαφος της περιφερειακής ενότητας της Θεσσαλίας διαθέτει ορυκτό πλούτο με τα κυριότερα ορυκτά το χρωμίτη, θειούχα μεταλλεύματα, ιλμενίτη, αμίαντο και κοιτάσματα λιγνίτη⁹.

⁹ <https://www.hellogreece.gr/thessaly/>



Εικόνα 7: γεωγραφικό διαμέρισμα Θεσσαλίας (πηγή: <https://mice.gr/thessalia/>)

Η επιλογή της Θεσσαλίας ως περιοχή μελέτης καθίσταται ιδιαίτερα σημαντική, καθώς παρέχει ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα μιας περιοχής που βρίσκεται στο σταυροδρόμι φυσικών, κλιματικών και ανθρωπογενών παραγόντων, οι οποίοι συντελούν στη διαμόρφωση σύνθετων περιβαλλοντικών προκλήσεων. Η επιστημονική ανάλυση της περιοχής μπορεί να συμβάλει στην κατανόηση των φαινομένων αυτών και στην ανάπτυξη στρατηγικών βιώσιμης διαχείρισης και προσαρμογής¹⁰.

Κλίμα

Το κλίμα αναφέρεται στην μέση κατάσταση της ατμόσφαιρας σε μεγάλη γεωγραφική περιοχή κατά τη διάρκεια μιας μακροχρόνιας περιόδου, η οποία συνήθως είναι τουλάχιστον 30 χρόνια. Η περιγραφή αυτή της ατμόσφαιρας καθορίζεται από την ανάλυση των μέσων τιμών και των διακυμάνσεων των διαφορών μετεωρολογικών παραμέτρων και φαινομένων¹¹. Αυτά περιλαμβάνουν τις φυσικές ιδιότητες της ατμόσφαιρας, όπως η θερμοκρασία, η ατμοσφαιρική πίεση, η υγρασία καθώς και τα μετεωρολογικά φαινόμενα όπως η βροχόπτωση, η ηλιοφάνεια, η ταχύτητα του ανέμου, η ομίχλη και η νέφωση¹².

Στην περίπτωση του Νομού Μαγνησίας, παρατηρούνται διάφοροι τύποι μικροκλίματος, οι οποίοι σχετίζονται με τη γεωμορφολογία και τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες. Στο Ανατολικό Πήλιο, για παράδειγμα, το κλίμα είναι υγρό ενώ στο Νότιο- Ανατολικό Βόριο Πήλιο, το κλίμα χαρακτηρίζεται ως ύψυρό, δηλαδή

¹⁰ <https://web-greece.gr/destinations/thessaly/>

¹¹ <https://insete.gr/wp-content/uploads/2020/04/%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%AD%CF%81%CE%B5%CE%B9%CE%B1-%CE%98%CE%B5%CF%83%CF%83%CE%B1%CE%BB%CE%AF%CE%B1%CF%82.pdf>

¹² <https://www.weatheronline.gr/weather/maps/forecastmaps?LANG=gr&CONT=grgr&UP=0&R=160LAND=G10&MAPS=over&CEL=C&SI=kph>

με μεγαλύτερη υγρασία αλλά όχι τόσο έντονη όσο στο Ανατολικό Πήλιο, το κλίμα είναι ημίξηρο, με ελάχιστη βροχόπτωση και υψηλότερη ξηρασία.

Σε άλλες περιοχές, όπως ο Αλμυρός, το κλίμα είναι κυρίως ηπειρωτικό, με πιο θερμά καλοκαίρια και πιο ψυχρούς χειμώνες, ενώ στην ανατολική πλευρά του αλμυρού το κλίμα γίνεται πιο μεσογειακό, με ήπιους χειμώνες και ζεστά καλοκαίρια⁶. Οι θερμοκρασίες κάθε μήνα διαφέρουν σε όλοι την περιοχή, με τον Ιανουάριο να είναι ο ψυχρότερος μήνας και ο Ιούλιος ο θερμότερος.

Όσον αφορά τη βροχόπτωση στις πεδινές περιοχές του Νόμου Μαγνησίας, η ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται από 400 έως 600 χιλιοστά, ενώ στις ορεινές και ημιορεινές περιοχές της Όθρυος και του Πηλίου η βροχόπτωση αυξάνεται και κυμαίνεται από 600-1200 χιλιοστά ετησίως, προσφέροντας διαφορετικές συνθήκες και υποστηρίζοντας διαφορετικά οικοσυστήματα σε κάθε περιοχή⁶.

Υλικά Και Μέθοδος

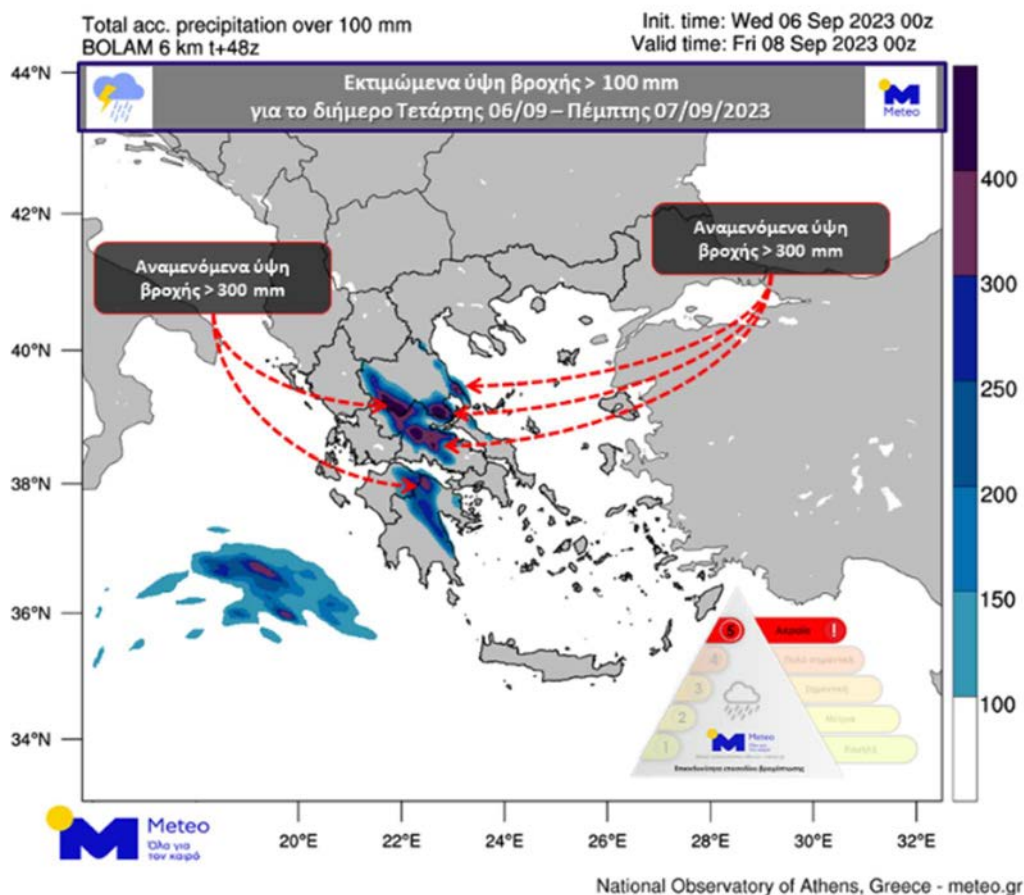
Η περιοχή μελέτης της παρευρισκόμενης εργασίας είναι ο δήμος Βόλου όπου ανήκει στην περιφερειακής ενότητας της Μαγνησίας. Ο βόλος στην ιστορία του είχε δυο τραγικές πλημμύρες. Η μια έγινε μετά από ένα καταστροφικό σεισμό στις 13 Οκτωβρίου του 1955. Ήταν μια από τις πιο καταστροφικές φυσικές καταστροφές που έχει βιώσει μέχρι τότε η πόλη. Συγκεκριμένα η πλημμύρα αυτή προκλήθηκε από έντονες βροχοπτώσεις και τον υπερχειλίσμο του ποταμού Παγασητικού, Κρανσιδωνα, ο οποίος είναι ο μεγαλύτερος χείμαρρος όπου ρέει μέσα από την πόλη του Βόλου και πηγάζει από το βουνό του Πηλίου¹³. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα η ικανότητα απορρόφησης του εδάφους να μειωθεί και τα έντονα καιρικά φαινόμενα βροχής να μην μπορούν να απορροφήσουν. Η ιστορική πλημμύρα του 1955 είχε σοβαρές και καταστροφικές συνέπειες για τους κατοίκους της πόλης. Πολλές περιοχές στο Βόλο πλημμύρισαν, υπήρξαν πολλές ζημιές σε όλοι την περιοχή και ιδιαίτερα στην γεωργία με την κτηνοτροφία. Ο απολογισμός εκείνης της πλημμυράς ήταν 27 νεκροί και 23 τραυματίες (Δημήτρη Πετρόπουλος).

Μετά από 68 χρόνια περίπου εμφανίζεται άλλη μια καταστροφική και φονική πλημμύρα στην περιοχή της Θεσσαλίας με το όνομα Daniel στις 4 Σεπτέμβριου 2023. Και σε αυτή την περίπτωση υπήρχε υπερχειλίση του χείμαρρου της περιοχής λόγω κακοκαιρίας και ακραίων καιρικών φαινομένων. Αυτή η πλημμύρα προκάλεσε εκτεταμένες καταστροφές σε υποδομές και καλλιεργείες ενώ επηρέασε και την ποιότητα του εδάφους.

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε τις περιοχές με την αναμενόμενα ύψος βροχής πάνω από 300mm, όπου υπολόγισε το μοντέλο πρόγνωσης καιρού του εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών / meteo.gr¹⁴ και εκτιμάτε το συνολικό ύψος βροχής για τις καταστροφικές μέρες 6/9/2023 - 7/9/2023

¹³ <https://kolydas.eu/2024/10/14/13101955/>

¹⁴ https://www.meteo.gr/article_view.cfm?entryID=2915



Εικόνα 8: (πηγή: Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών / Meteo.gr.)

Σε μια μελέτη που έγινε από την Ευαγγελία Ε. Γκόλια (Evangelia E. Golia, 2024) και τους συνεργάτες της για τη κατά στροφική πλημμύρα το 2023 στη Θεσσαλία, όπου στην μελέτη αυτή μάζεψαν δείγματα εδάφους που καταστράφηκαν από την πλημμύρα του φθινοπώρου, όπου αποτέλεσαν τη βάση των ερευνών με τα πλαστικά. Τα πλαστικά που χρησιμοποίησαν βρίσκονται συνήθως σε γεωργικές καλλιέργειες, όπου χρησιμεύουν συνήθως για την ευκολία των αγροτών αλλά και για την καλύτερη παραγωγή της καλλιέργειας. Στην έρευνα αυτή τα πειράματα περιλαμβάνουν δυο δείγματα εδάφους τα οποία είχαν ακτίνα 2μ περίπου. Οι τύποι πλαστικών που επιλέχθηκαν, πολυαιθυλένιο (PE) γεωφύλακα και πλαστικοί σωλήνες ποτίσματος από PVC, τα οποία προμηθεύτηκαν από αγροτικές επιχειρήσεις. Τα πλαστικά αυτά κόπηκαν σε μικροσωματίδια (<5mm) (Γιάννης Μπεθάνης, 2023) όπου ενίσχυσαν τα δείγματα και διαδραματίστηκαν σε δυο θερμοκρασίες 20 °C και 40 °C και με υγρασία 45% και 85% προσμοιάζοντας έτσι πραγματικό έδαφος πλημμύρας και θερμότητας. Τα δείγματα αυτά επώαστηκαν για 10,30,60 ημέρες, ενώ κάθε πείραμα έγινε σε τριπλά αντίγραφα.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας σε συνδυασμό με την παρουσία πλαστικών, επηρεάζουν τη μικροβιακή δραστηριότητα, τη βιολογική οργανική ύλη και τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους. Η στατιστική ανάλυση έδειξε σημαντικές διαφορές στις παραμέτρους ανάλογα με το πλαστικό, τη θερμοκρασία του, την υγρασία και τον χρόνο εποχής. Η έρευνα αυτή έδειξε ότι τα μικροπλαστικά προκαλούν σημαντικές μεταβολές στις συγκεντρώσεις νιτρικών, νιτρωδών και ιόντων αμμωνίου, όπως σε κανονικές συνθήκες πλημμύρας δύο μηνών.

Στο πρώτο μήνα οι συγκεντρώσεις νιτρικών ήταν σχεδόν μηδενικές, λόγω των αναγωγικών συνθηκών και των υψηλών θερμοκρασιών, που μετέτρεψαν τα νιτρικά σε πιο ασταθή ιόντα, όπως τα ιόντα αμμωνίου.

Το ΡΕ και σε μικρότερο βαθμό, το γεωυφάσματα φάνηκαν να ενισχύουν τη μικροβιακή δραστηριότητα και τον αποικισμό. Ιδιαίτερα σε συνθήκες με χαμηλότερη υγρασία (45%) και θερμοκρασία (20 °C), προωθώντας έτσι τη δέσμευση νιτροποίησης και του αζώτου. Αυτές οι διαδικασίες μπορούν να βελτιώσουν τη διάθεση νιτρικών για τα φυτά. Τα ευρήματα δείχνουν ότι τα μικροπλαστικά, ανάλογα με τη χημική τους σύσταση και τις συγκεντρώσεις τους, δεν μπορούν να επηρεάσουν θετικά τον κύκλο του αζώτου, όπου είναι μια κρίσιμη διαδικασία για τα συστήματα εδάφους και φυτών. Είναι κρίσιμη η κατάσταση της σύστασης, της ποσότητας και του μεγέθους των πλαστικών στα γεωγραφικά εδάφη της Μεσογείου, καθώς και οι μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες και τα ακραία καιρικά φαινόμενα, που επιδεικνύονται από την κλιματική αλλαγή, μπορούν να επηρεάσουν σημαντικές ποσότητες και τα ποιοτικά θρεπτικά στοιχεία του εδάφους. (Evangelia E. Golia, 2024).

Μελέτη Περιπτώσεις 2^η

Μια άλλη περιοχή μελέτης που μπορούμε να δούμε σε αυτή την εργασία είναι η λεκάνη απορροής του κόλπου Καλώνης, στην περιοχή της Λέσβου, στην μεριά του Βορείου Αιγαίου Πελάγους. Το νησί της Λέσβου είναι το τρίτο κατά σειρά μεγαλύτερο νησί στην Ελληνική Μεσόγειο (Μ. Μαραθιανού, 2000). Είναι ένα νησί που περιέχει γεωργικές, δασικές και θαμνώδεις εκτάσεις, με κύρια καλλιέργεια την ελαιοπαραγωγή. Το νησί της Λέσβου αποτελεί ένα από τα βασικά παραδείγματα για την αλλαγή στη χρήση γης που έχουν συμβεί τα τελευταία χρόνια στην περιοχή της Μεσογείου. Η έρευνα αυτή συνδυάζει δεδομένα για τη βλάστηση και την γεωργία του εδάφους, όπου έχουν αναδείξει τις πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των κλιματικών αλλαγών, των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και της υποβάθμισης της γης στο νησί (Μ. Koulouri, 2027). Όλα αυτά έχουν σημαντικό ρόλο στην υποβάθμιση του εδάφους.

Κατά των 20^ο αιώνα οι σημαντικότερες αλλαγές, στην χρήση γης στην περιοχή της Λέσβου είναι η καλλιέργεια ελαιώνων όπου αυξήθηκε σημαντικά και καλύπτει το 41% της συνολικής έκτασης του νησιού. Η κατάσταση των δασών πεύκης του νησιού αλλά και η γεωργία παραμένουν σταθερές. Τέλος η καλλιέργεια σιτηρών στην Λέσβο έχει μειωθεί δραστικά, ιδιαίτερα από το 1950 (Angela, 2010). Αυτό οφείλεται σε δύο κύριους λόγους: την έντονη μετανάστευση του πληθυσμού προς τα αστικά κέντρα και τη σταδιακή μείωση της γονιμότητας του εδάφους. Παράλληλα η κτηνοτροφία διατηρεί τη θέση της ως δεύτερος σημαντικός παράγοντας παραγωγής υλικών αγαθών, με τις παραδοσιακές πρακτικές να έχουν το κυρίαρχο ρόλο (Μ. Μαραθιανού, 2000).

Τα τελευταία χρόνια η έντονη βόσκηση έχει αυξηθεί σημαντικά. Αυτό συνδέεται αφενός με την αύξηση των επιδοτήσεων και αφετέρου με τη μείωση της καλλιέργειας σιτηρών. Η έντονη βόσκηση επιδεικνύεται περαιτέρω από την πρακτική της μεγάλης καύσης λιβαδιών, η οποία αποσκοπεί στην ενίσχυση της ανάπτυξης ποιοτικών χώρων για την βόσκηση των ζώων, με αποτέλεσμα η δραστηριότητα αυτή να οδηγεί σε υπερβόσκηση (Η. Giourga, 1998).

Κλίμα

Η περιοχή μελέτης έχει μεσογειακό κλίμα που χαρακτηρίζεται από ήπιους και βροχερούς χειμώνες, καθώς και ξερά και ζεστά καλοκαίρια με μακρά περίοδο ξηρασίας και αφθονία ηλιοφάνειας, ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες. Το κλίμα παρουσιάζει έντονη εποχιακή διακύμανση, καθώς οι θερμοκρασίες φτάνουν στο υψηλότερο επίπεδο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, ενώ η βροχόπτωση το χειμώνα φτάνει σε ψηλά επίπεδα.

Η θάλασσα και οι βόρειοι άνεμοι οι οποίοι επικρατούν τους καλοκαιρινούς μήνες επηρεάζουν σημαντικά το κλίμα της περιοχής. Η μέση θερμοκρασία ανέρχεται στους 19° C ενώ η μέση βροχόπτωση είναι 608 mm. Η βροχόπτωση κορυφώνεται τον Δεκέμβριο και είναι στο χαμηλότερο σημείο της τον Ιούνιο ή τον Αύγουστο. Η σχετική υγρασία ακολουθεί παρόμοια πορεία με τα υψηλότερα ποσοστά τον Δεκέμβριο και τον Ιανουάριο έως 72% και τα χαμηλότερα τον Ιούνιο έως 55%, με μια μέση υγρασία γύρω στο 64 %

Οι άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή είναι κυρίως βόρειοι και βορειοδυτικοί με μεγαλύτερη συχνότητα και ένταση στο χειμώνα αλλά και το καλοκαίρι. Ο μήνας Μάιος είναι ο μήνας με τη χαμηλότερη ένταση ανέμου, ενώ ο μήνας Φεβρουάριος έχει την μεγαλύτερη ένταση.

Υλικά Και Μέθοδοι

Η έκταση της περιοχής μελέτης είναι 49260 εκτάρια, εκ των οποίων το 34% είναι καλλιεργήσιμη έκταση, το 39,5% βοσκότοπος, το 21.6% δάσος και το υπόλοιπο 5,5% χρησιμοποιείται από τους κατοίκους του νησιού για άλλες δραστηριότητες. Η καλλιεργητή δραστηριότητα τις ελίας στην περιοχή μελέτης καλύπτει το 70% των καλλιεργούμενων εκτάσεων, με την υπόλοιπη γη να προορίζεται κυρίως για αρόσιμες καλλιέργειες, όπως σιτάρι, κριθάρι κτλ. (Mandylas, 1998). Τα εδάφη της περιοχής έχουν σχηματιστεί από ηφαιστειακά πυροκλαστικά υλικά της περιόδου Μιο - πλειόκαινου. Στις γεωργικές εκτάσεις γύρω από τον Κόλπο της Καλλονής παρατηρούνται σταθερές εδαφολογικές συνθήκες που ευνοούν τα εδάφη για τη δραστηριότητα της αρόσιμης καλλιέργειας.

Για την μελέτη επιλέχθηκαν πέντε κατηγορίες κάλυψης γης που αντιπροσωπεύουν δάση, βοσκότοποι και εκτάσεις καλλιεργήσιμες, προκειμένου να αποτυπωθεί η ποικιλομορφία του οικοσυστήματος του νησιού. Αυτές περιλαμβάνουν πευκοδάση, ελαιώνες σιτάρι, αγροτεμάχια διπλής καλλιέργειας σίτου - καλαμποκιού και θαμνώδη βοσκότοποι. Σε μια πρώτη φάση της μελέτης ελήφθησαν δείγματα εδάφους από 75 αντιπροσωπευτικά αγροτεμάχια, τα οποία κατηγοριοποιούνται σε 20 βοσκότοπους, 15 δασικά με ελάχιστη διαχείριση από δραστηριότητες και συλλογής ρητίνης και 40 αρόσιμες εκτάσεις. Επίσης επιλέχθηκαν περιοχές με κλίσεις μιαιρότερες από 3% ώστε να ελαχιστοποιηθεί η περίπτωση διάβρωσης του εδάφους.

Μετά από ανάλυση συστάδων επιλέχθηκαν τρία αγροτεμάχια, όπου το καθένα είχε έκταση 30 στρέμματα το καθένα, σε κάθε κατηγορία χρήσης γης. Τα κριτήρια περιλαμβάνουν παρόμοια υφή του εδάφους, με περιεκτικότητα σε άργιλο 24-30% και το PH του εδάφους 6-7.

Συμπέρασμα:

Σε αυτή την μελέτη η ποιότητα του εδάφους που περιλαμβάνει τις φυσικές, βιολογικές και χημικές του πηγές συνδέεται στενά με την βιώσιμη διαχείριση των εδαφικών πόρων οι οποίοι είναι μη ανανεώσιμοι. Αυτή η μελέτη τονίζει πως η χρήση γης επηρεάζει τη λειτουργικότητα του εδάφους και τους δείκτες ποιότητας του (SQIs), λαμβάνοντας έτσι υπόψη τις εποχιακές διακυμάνσεις που χαρακτηρίζουν τα μεσογειακά αγρό - οικοσυστήματα.

Η γεωργική χρήση της γης έχει σημαντική επίδραση στις πληροφορίες του εδάφους, διαφοροποιώντας τις από εκείνες των φυτικών οικοσυστημάτων, όπως τα δάση. Ωστόσο, υπάρχουν διαφορές ακόμα και ανάμεσα στα διαφορετικά γεωργικά συστήματα. Οι καλλιεργητικές πρακτικές αφήνουν ένα σταθερό αποτύπωμα στους παραμέτρους του εδάφους. Για παράδειγμα, οι ελαιώνες, οι καλλιέργειες σιταριού και τα συστήματα διπλής καλλιέργειας διακρίνονται με σαφήνεια, υποδεικνύοντας ότι η καλλιέργεια γης μεταβάλλει τη λειτουργία του εδάφους διαφοροποιώντας το υπό άλλες χρήσεις γης όπως οι βοσκότοποι και τα δάση.

Η μελέτη προσδιορίζει πέντε κρίσιμους παράγοντες που αντικατοπτρίζουν τη λειτουργία του εδάφους, όπως μικροβιακή βιομάζα, οργανική ύλη, αναλογία C/N, θρεπτικά συστατικά και τη συμπίκνωση. Όλοι αυτοί οι παράμετροι του εδάφους όπως το ολικό άζωτο και η αναλογία άνθρακα προς άζωτο, αποτελούν ευαίσθητους δείκτες της ποιότητας του εδάφους στα μεσογειακά αγρό- οικοσυστήματα. Αυτές οι παράμετροι παρέχουν πληροφορίες για την ποσότητα και την ποιότητα της οργανικής ύλης του εδάφους. Η παρακολούθηση του ολικού αζώτου και της αναλογίας του άνθρακα είναι κρίσιμη για την αξιολόγηση της ποιότητας του εδάφους, ενσωματώνοντας πολύτιμα δεδομένα από ένα ευρύτερο φάσμα φυσικών, χημικών και βιολογικών δεικτών. Η σύγκριση των εδαφών με βάση αυτούς τους δύο δείκτες φανερώνει τις περιπτώσεις των αλλαγών στη χρήση και των πρακτικών διαχείρισης, καθώς και τις αλλαγές του εδάφους στην ποιότητα του.

Οι προτεινόμενοι δείκτες, που αποτυπώνουν πολύπλοκες πληροφορίες για την ποιότητα του εδάφους, αποτελούν χρήσιμα εργαλεία για την αξιολόγηση της βιωσιμότητας των εδαφών πόρων. Η συστηματική παρακολούθηση των ιδιοτήτων του εδάφους, όπως το ολικό άζωτο και η αναλογία άνθρακα προς άζωτο, δίνει τη

δυνατότητα στους καλλιεργητές και στους διαχειριστές γης να εντοπίζουν άμεσα και με ακρίβεια τις αλλαγές στην ποιότητα του εδάφους.

Αυτή η διαδικασία διευκολύνει τη λήψη μετά από τροποποιήσεις στη χρήση γης ή την εφαρμογή νέων γεωργικών πρακτικών, επιτρέποντας την έγκαιρη επαναξιολόγηση και τη βελτίωση των στρατηγικών διαχείρισης με στόχο την διατήρηση της βιωσιμότητας των εδαφών.

Συζήτηση

Η σύγκριση των δύο μελετών γίνεται σχετικά με την ποιότητα του εδάφους στις Μεσογειακής αγροοικοσυστημικές περιοχές με τις καταστροφές που προκάλεσε η καταστροφική καταιγίδα Ντάνιελ στην περιοχή της Θεσσαλίας. Στην δεύτερη περίπτωση η μελέτη αναλύει πως οι διαφορετικές χρήσεις γης, όπως είναι η γεωργία, τα δάση κτλ, επηρεάζει την ποιότητα του εδάφους, εστιάζοντας σε δείκτες όπως η οργανική ύλη, η μικροβιακή βιομάζα και η αναλογία του C/N. Αντίστοιχα οι καταστροφές από την καταιγίδα Ντάνιελ μπορεί να έχουν οδηγήσει σε διάβρωση του εδάφους, απώλεια οργανικής ύλης και άλλες αλλαγές στη χημική σύνθεση του εδάφους, επηρεάζοντας την παραγωγικότητα και τη βιωσιμότητα των γεωργικών εκτάσεων. Η περιοχή μελέτης στο Κόλπο της Λέσβου τονίζει τη σημασία της παρακολούθησης της ποιότητας του εδάφους μέσω συγκεκριμένων δεικτών, όπως είναι η συνολική αζωτούχων (TN) και η ανάλυση C/N για την αξιολόγηση της βιωσιμότητας των εδαφικών πόρων, μετά από φυσικές καταστροφές όπως στην περιοχή της Θεσσαλίας η ανάγκη για τέτοιες αξιολογήσεις γίνεται ακόμη πιο επιτακτική, καθώς οι αγρότες θα χρειαστούν εργαλεία για να κατανοήσουν τις αλλαγές που έχουν δημιουργηθεί στο έδαφος από την ποσότητα νερού. Το άρθρο στην περιοχή του νησιού προτείνει ότι η παρακολούθηση των δεικτών ποιότητας του εδάφους μπορεί να βοηθήσει τους παραγωγούς και τους διαχειριστές γης να επαναξιολογήσουν τις στρατηγικές διαχείρισης τους. Μετά από την καταστροφική πλημμύρα Ντάνιελ, οι αγρότες θα χρειαστούν στρατηγικές αποκατάστασης που θα βασίζονται σε επιστημονικά δεδομένα για να αποκαταστήσουν την ποιότητα του εδάφους και να διασφαλίσουν τη βιωσιμότητα των καλλιεργειών τους. Ακόμα η καταιγίδα Ντάνιελ μπορεί να έχει προκαλέσει μακροχρόνιες επιπτώσεις στο οικοσύστημα της Θεσσαλίας, όπως η αλλαγή στη βιοποικιλότητα και η υποβάθμιση των εδαφικών πόρων. Ενώ το άρθρο αναγνωρίζει τη σημασία της ποιότητας του εδάφους για τη διατήρηση της βιολογικής παραγωγικότητας και της υγείας των οικοσυστημάτων.

Σύγκριση και διάφορες στις επιπτώσεις του εδάφους: Θεσσαλία και Λέσβος

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω η κλιματική αλλαγή και οι ανθρώπινες δραστηριότητες διαδραματίζουν τον κεντρικό ρόλο στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που παρατηρούνται τόσο στη Θεσσαλία όσο και στη Λέσβο. Παρόλο που οι συνθήκες και οι αιτίες που επηρεάζουν τις δύο περιοχές είναι διαφορετικές, παρατηρούνται κοινά στοιχεία που αναδεικνύουν τη συστηματική υποβάθμιση του εδάφους λόγω φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων. Η ανάλυση αυτών των περιοχών υπογραμμίζει τις διαφορές στις προσεγγίσεις διαχειριστές και τις στρατηγικές που απαιτούνται για τη βιώσιμη αποκατάσταση των οικοσυστημάτων.

Και στις δύο περιοχές βλέπουμε ότι επηρεάζονται από την αλληλεπίδραση της κλιματικής αλλαγής σε συνδυασμό και με των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Στη Θεσσαλία οι πλημμύρες μεταφέρουν βαρέα μέταλλα, μικροπλαστικά και άλλους ρύπους από βιομηχανικές και αστικές περιοχές, ρυπαίνοντας έτσι το έδαφος. Στην περιοχή της Λέσβου η μακροχρόνια χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων έχει οδηγήσει σε τοξικότητα στο έδαφος, ενώ η αλατότητα από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας επηρεάζει αρνητικά τη γονιμότητα του εδάφους.

Όσο αναφορά τις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις, η αστικοποίηση, η βιομηχανική ρύπανση και η εντατική γεωργία είναι κοινοί παράγοντες που επηρεάζουν αρνητικά τη σύσταση και τη δομή του εδάφους. Οι δραστηριότητες αυτές διαταράσσουν τη βιοποικιλότητα και επηρεάζουν την ικανότητα του εδάφους να συγκρατεί νερό και θρεπτικά συστατικά. Τέλος οι ανάγκες για βιώσιμη διαχείριση και στις δύο περιοχές, απαιτούνται μακροπρόθεσμες στρατηγικές αποκατάστασης, όπως η μείωση των ρυπαντών και η προώθηση βιώσιμων γεωργικών πρακτικών.

Στις περιοχές μελέτης μας υπάρχουν και κάποιες διαφορές. Στη Θεσσαλία οι επιπτώσεις στο έδαφος οφείλονται κυρίως σε έντονες πλημμύρες, οι οποίες προκαλούνται από ακραία καιρικά φαινόμενα και επιδεινώνονται από ανεπαρκείς υποδομές διαχείρισης υδάτων και αποστράγγισης. Οι πλημμύρες αφαιρούν το ανώτερο στρώμα του εδάφους και προκαλούν συμπύκνωση, μειώνοντας έτσι τη γονιμότητα του εδάφους. Ακόμα η περιοχή πλήττεται κυρίως από αιφνίδια πλημμυρικά φαινόμενα. Αυτά τα γεγονότα έχουν έντονες αλλά βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις, με κύρια χαρακτηριστικά τη διάβρωση και την υποβάθμιση του εδάφους λόγω υπερβολικής απορροής υδάτων.

Σε αντίθεση με το νησί της Λέσβου, οι επιπτώσεις συνδέονται κυρίως με τη μακροχρόνια ανθρώπινη δραστηριότητα, όπως η υπερβολική χρήση γεωργικών εδαφίων και τις σταδιακές αλλαγές που προκαλεί η κλιματική αλλαγή, όπως η άνοδος στην στάθμη της θάλασσας και οι αλλαγές στα θαλάσσια ρεύματα (Dimitra Angra, 2019). Ακόμα η περιοχή επηρεάζεται από μακροχρόνιες αλλαγές στις παράκτιες ζώνες όπως η διάβρωση και η αλατότητα οι οποίες οδηγούν σε σταδιακή αλλά μόνιμη υποβάθμιση του εδάφους.

Πρότασης Στρατηγικών Αντιμετώπισης

Η Θεσσαλία, ως μια από τις πιο σημαντικές γεωργικές περιοχές στην Ελλάδα, πλήττεται συχνά από έντονες πλημμύρες, οι οποίες προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις στο έδαφος και τις καλλιέργειες. Οι στρατηγικές διαχείρισης επικεντρώνονται κυρίως σε τεχνικές λύσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν την κατασκευή αντιπλημμυρικών έργων, όπως φράγματα και συστήματα αποστράγγισης, καθώς και τη δημιουργία φραγμάτων αποθήκευσης νερού για την πρόληψη της υπερχειλίσης των ποταμίων (ΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΥ, 2010). Παράλληλα, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη βελτίωση της διαχείρισης των υδάτινων πόρων μέσω της ορθολογικής χρήσης της υδρολογικής πληροφορίας και της αξιοποίησης συγχρόνων τεχνολογιών παρακολούθησης. Σημαντική είναι η πρόληψη, η οποία περιλαμβάνει την αποκατάσταση δασικών εκτάσεων και τη διατήρηση φυσικών περιοχών που λειτουργούν ως φυσικά φράγματα κατά των πλημμυρών. Η εφαρμογή αυτών των στρατηγικών έχει στόχο όχι μόνο τη

μείωση των επιπτώσεων των πλημμυρών αλλά κ τη διασφάλιση της βιωσιμότητας της γεωργικής παραγωγής και της προστασίας των εδαφών στο μέλλον.

Η Λέσβος ως ένα από τα πιο μεγάλα νησιά της Ελλάδας με έντονη γεωργική και παράκτια δραστηριότητα, αντιμετωπίζει τις μακροχρόνιες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και της έντονης ανθρώπινης δραστηριότητα. Οι στρατηγικές αντιμετώπισης επικεντρώνονται σε βιώσιμες πολιτικές ανάπτυξης με στόχο τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στις παράκτιες ζώνες και την αποκατάσταση της ισορροπίας του εδάφους (Dimitra Angra, 2019). Η μείωση της χρήσης λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, μέσα από την εφαρμογή φιλικών προς το περιβάλλον γεωργικών πρακτικών, αποτελεί προτεραιότητα για τη βελτίωση της ποιότητας του εδάφους και τη μείωση της τοξικότητας. Επιπλέον, η ολοκληρωμένη διαχείριση των φυσικών πόρων στοχεύει στη βιώσιμη χρήση των υδάτινων και χερσαίων οικοσυστημάτων, με παράλληλη προστασία των παράκτιων ζωνών από τη διάβρωση και την αλατότητα που προκαλεί η άνοδος της στάθμης της θάλασσας. Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η ευαισθητοποίηση της τοπικής κοινότητας και βιώσιμων λύσεων, εξασφαλίζοντας την περιβαλλοντική και οικονομική βιωσιμότητα της περιοχής.

Το τελικό συμπέρασμα που δημιουργείται από τη σύγκριση των περιοχών, της Θεσσαλίας και της Λέσβου αναδεικνύει τη διαφορετική φύση των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι δύο περιοχές. Στη Θεσσαλία οι πλημμύρες αποτελούν το κύριο πρόβλημα, με τις επιπτώσεις να είναι άμεσες αλλά διαχειρίσιμες μέσω τεχνικών μέτρων. Στη Λέσβο, οι αλλαγές είναι πιο σταδιακές αλλά βαθύτερες, απαιτώντας βιώσιμες πολιτικές και μακροπρόθεσμο σχεδιασμό για την προστασία του περιβάλλοντος και τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

Μέτρα προστασία και αντιμετώπιση των πλημμυρών

6.1 Ολοκληρωμένη Διαχείριση Πλημμυρών

Η Ελλάδα ανέκαθεν αντιμετώπιζε πλημμύρες, κυρίως λόγω της γεωμορφολογίας της. Όπως αναφερθήκαμε και στην αρχή οι αιτίες των πλημμυρών είναι τόσο ανθρώπινες όσο και φυτικές καταστάσεις. Το φαινόμενο αυτό στο μέλλον θα αυξηθεί λόγω τις κλιματικής αλλαγής. Η τρέχουσα στρατηγική διαχείριση χαρακτηρίζεται από αποσπασματικότητα και ανεπαρκή μέτρα, χρειάζεται μια ολοκληρωμένη διαχείριση σε εθνικό επίπεδο, η οποία περιλαμβάνει τόσο τεχνικές υποδομές όσο και μη κατασκευαστικές πρωτοβουλίες. Η εθνική τράπεζα υδρολογικών και μετεωρολογικών πληροφοριών διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο, παρέχοντας τη βασική υποδομή για αποτελεσματική και τεκμηριωμένη αντιμετώπιση των πλημμυρικών φαινομένων (Πάνου, 2008)

Η ολοκληρωμένη διαχείριση πλημμυρών (ΟΔΠ) στοχεύει στην αξιοποίηση των θετικών επιδράσεων των πλημμυρών, όπως η αναπλήρωση των υπογείων υδάτων,

ενώ ταυτόχρονα ελαχιστοποιεί τις αρνητικές συνέπειες για την ανθρωπότητα. Στο πλαίσιο αυτό, είναι απαραίτητη η ενσωμάτωση δράσεων που προέρχονται από την αποκατάσταση της φυσικής λειτουργίας των ποταμών. Αυτές περιλαμβάνουν τη διαμόρφωση επαρκών πλημμυρικών εκτάσεων για την ανακούφιση των υπερχειλισμένων υδάτων και την υποστήριξη της αποθήκευσης υπόγειων υδάτων. Ουσιαστικά η ΟΔΠ εστιάζει στη διαχείριση της ανθρώπινης δραστηριότητας με τρόπο που να ενισχύει την οικολογική και υδρολογική ισορροπία των συστημάτων των ποταμών (ΤΑΣΟΥΛΑΣ, 2020).

Η παρακολούθηση των υπόγειων υδάτων είναι ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση των συνεπειών των έντονων βροχοπτώσεων, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν την άνοδο του υδροφόρου ορίζοντα. Τα κορεσμένα εδάφη και τα απόβλητα γίνονται καθιστώντας την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων, όπως η κατασκευή αναχωμάτων και η σκυροδετήση δρόμων. Επιπλέον, η δημιουργία σωστόν σχεδιασμένων στρώσεων αποστράγγισης, καθώς και η τακτική συντήρησης και καθορισμού των περιμετρικών τάφων για την απομάκρυνση του νερού από τις εργασίες. Είναι ένα κρίσιμο βήμα για την αποτελεσματική διαχείριση των πλημμυρικών φαινομένων στις λεκάνες απόθεσης (Πάνου, 2008).

Για μια ολοκληρωμένη διαχείριση πλημμύρας υπολογίζονται τρεις στάδια όπου ανήκουν σε μια κυκλική διαδικασία, όπου τα περίοδοι της διαδικασίας αυτής εναλλάσσονται το ένα με το άλλο και αναφέρονται και σε διάφορα επεισόδια πλημμύρας με κάθε επανάληψη στα στάδια του κύκλου αυτού (ΤΑΣΟΥΛΑΣ, 2020) . Αυτά είναι :

- Πρόληψη
- Διαχείριση κρίσεων (αρχή του φαινομένου)
- Αποκατάσταση σωματικών βλαβών και εξαγωγή συμπερασμάτων

Η διαχείριση κρίσεων είναι σημαντική μετά τη λήξη της προληπτικής φάσης καθώς τότε τα φαινόμενα εκδηλώνονται και έχουν άμεσες αρνητικές συνέπειες. Τα σχέδια επείγουσας αντίδρασης που καταρτίζονται κατά τη φάση πρέπει να αναθεωρούνται μετά από κάθε περιστατικό πλημμύρας, έτσι ώστε να ενσωματώνουν τυχόν αδυναμίες ή παραλείψεις που εντοπίστηκαν κατά την αξιολόγηση. Επιπλέον, οι περιοχές που πλήττονται από το φαινόμενο πρέπει να καταγράφονται στους χάρτες κινδύνου πλημμύρας οι οποίοι δημιουργήθηκαν στο προληπτικό στάδιο, για την εξασφάλιση άμεσης και αποτελεσματικής ανταπόκρισης.

Υπάρχουν τα εξής κριτήρια για τα μέτρα αντιμετώπισης των πλημμυρών όπου διαφοροποιούνται ανάλογα με: (Πάνου, 2008)

- Αν περιλαμβάνουν τεχνικά έργα ή όχι, κατασκευαστικά έναντι με κατασκευαστικών παρεμβάσεων.
- Αν στοχεύουν στην προστασία συγκεκριμένων δομών ή ευρύτερων περιοχών.
- Αν αποσκοπούν στη διάκριση της πλημμύρας , στη μείωση της ευπάθειας στις πλημμύρες ή στον περιορισμό των επιπτώσεων τους.

6.2 Εφαρμογές Και Μέτρα Πρόληψης

Οι στρατηγικές μετριασμού των πλημμυρών μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες ανάλογα με τη φύση των παρεμβάσεων που περιλαμβάνουν.¹⁵ Η μία είναι η «Δομική ή ‘σκληρά’ μέτρα», δηλαδή αμυντικές ενέργειες που βασίζονται σε κατασκευαστικές λύσεις και προσαρμογές. Και η άλλη είναι « με δομική ή ‘ήπια’ μέτρα», δηλαδή δράσεις που αφορούν πολιτικές ή άλλες οικοδομικές παρεμβάσεις.

Τα σκληρά μέτρα δομικής άμυνας περιλαμβάνουν τεχνικές επεμβάσεις που τροποποιούν τα χαρακτηριστικά ενός ποταμού ή υδάτινου σώματος. Τέτοιες παρεμβάσεις περιλαμβάνουν την ευθυγράμμιση του ποταμού, τη χρήση υλικών όπως το σκυρόδεμα, ενισχυμένο ή μη, για τη δημιουργία προστατευτικών αναχωμάτων και φραγμάτων, καθώς και άλλες κατασκευές που ρυθμίζουν ή μεταβάλλουν τη ροή του νερού (ΤΑΣΟΥΛΑΣ, 2020). Επιπλέον σε παράκτιες περιοχές κατασκευάζονται κυματοθραύστες με στόχο τη μείωση της ενέργειας των κυμάτων και της παλίρροιας.

Επειδή τα «σκληρά» μέτρα δομικής άμυνας περιλαμβάνουν συχνά μεγάλης κλίμακας κατασκευές, η επίδραση τους δεν περιορίζεται μόνο σε τοπικό επίπεδο. Για το λόγο αυτό πρέπει να προηγηθεί διεξοδική μελέτη πριν από την υλοποίησή τους, ώστε να αξιολογηθούν οι περιπτώσεις που μπορούν να έχουν τόσο στην τοπική κοινότητα όσο και στις γειτονικές περιοχές σε κοντινή ακτίνα (ΤΑΣΟΥΛΑΣ, 2020).

Ο κύριος στόχος των κατασκευαστικών παρεμβάσεων είναι η αποθήκευση νερού και η ικανότητα της μεταφοράς του. Ωστόσο, επειδή οι κατασκευές σχεδιάζονται να καταστήσει ευάλωτους, πρέπει να συνοδεύεται από μη δομικά μέτρα για να διασφαλιστεί η αποτελεσματικότητά τους (ΤΑΣΟΥΛΑΣ, 2020).

Τα κατασκευαστικά μέτρα αντιπλημμυρικής προστασίας πρέπει να αποτελούν μέρος ενός ολοκληρωμένου στρατηγικού σχεδιασμού, αντί να εφαρμοστούν μεμονωμένα σε τοπικό επίπεδο. Η διαδικασία χαρτογράφησης του κινδύνου πλημμύρας περιλαμβάνει τόσο την εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισης των πλημμυρών όσο και την ανάλυση της συχνότητας τους στις κρίσιμες περιοχές, καθώς και τον σχεδιασμό κατάλληλων έργων για την πρόληψη των συνεπειών τους.

Τα κύρια δομικά μέτρα περιλαμβάνουν τα εξής μέτρα:

- Δημιουργία αντιπλημμυρικών ταμιευτήρων στην άνω περιοχή της λεκάνης απορροής
- Κατασκευή επιχωμάτων και φραγμάτων
- Διαμόρφωση λεκανών πλημμύρας κοντά σε ποτάμια ή σε χαμηλά σημεία
- Ανάπτυξη δικτύων απορροής ομβρίων υδάτων
- Εκτροπή ροής ποταμού
- Κατασκευή
- Καθαρισμός των ποταμών από συντρίμια, καθαρισμός του βυθού από φερτά υλικά για καλύτερη αποστράγγιση
- Δημιουργία παράλληλων μονοπατιών κατά μήκος των ποταμών
- Εξασφάλιση υπερχειλίσεις των μονοπατιών για τη ρύθμιση της ροής

Ο στόχος αυτών των μέτρων είναι η αποθήκευση νερού και η ενίσχυση της μεταφορικής ικανότητας των υδάτων. Ωστόσο για να είναι πλήρως αποτελεσματικά τα

¹⁵ https://environment.ec.europa.eu/topics/water_en

κατασκευάσματα μέτρα πρέπει να συνδυάζονται με μη δομικές παρεμβάσεις, καθώς έτσι σχεδιάζονται για συγκεκριμένα επίπεδα πλημμυράς (Μιχαηλίδου, 2019).

Τέλος η διαδικασία υλοποίησης συμπεριλαμβάνει:

- Την ανάπτυξη αυτοματοποιημένου τηλεμετρικού δικτύου για την παρακολούθηση της βροχής και την απορροής στις περιοχές
- Σχεδιασμός και ανάπτυξη λογισμικού για τη συλλογή και επεξεργασίας δεδομένων
- Προσαρμογή και ρύθμιση του μοντέλου βραχύς –απορροής
- Εφαρμογή του μοντέλου για την εξαγωγή κρίσιμων στοιχείων και συμπερασμάτων σχετικά με τα πλημμυρικά φαινόμενα
- Υλοποίηση συστήματος που συνδυάζει δίκτυα ραντάρ, δορυφορικών δεδομένων και επίγειους σταθμούς για την πρόβλεψη και παρακολούθηση σοβαρών καταγίδων και πλημμυρών
- Δημιουργία συστημάτων εκτατής ανάγκης και προειδοποίησης για τους κινδύνους από πλημμύρες
- Ενίσχυση της επιχειρησιακής ετοιμότητας της τοπικής αυτοδιοίκησης και άλλων φορέων για την αποτελεσματική αντιμετώπιση τις καταστροφής από πλημμύρα.

Συμπέρασμα

Η παρούσα εργασία ανέδειξε τη σημασία της κατανόησης των περιβαλλοντικών προκλήσεων που αντιμετωπίζουν διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας, όπως η Θεσσαλία και η Λέσβος, και τον αντίκτυπο που έχουν Οι φυσικές διεργασίες και οι ανθρώπινες παρεμβάσεις στην ποιότητα του εδάφους. Μέσα από την ανάλυση των δύο αυτών περιπτώσεων διαπιστώθηκε ότι η κλιματική αλλαγή και οι ανθρώπινες δραστηριότητες αλληλεπιδρούν με τρόπο που εντείνει τα προβλήματα υποβάθμισης του εδάφους, δημιουργώντας την ανάγκη για προσαρμοσμένες στρατηγικές διαχείρισης.

Στη Θεσσαλία, οι πλημμύρες επιδεινωμένες από την αστικοποίηση και τις ανεπαρκείς υποδομές αποστράγγισης, προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις στο έδαφος, όπως διάβρωση, συμπίκνωση και ρύπανση με διάφορα βαρέα μέταλλα και μικροπλαστικά. Οι επιπτώσεις αυτές έχουν άμεσο αντίκτυπο στη γεωργική παραγωγή, υποβαθμίζοντας τη γονιμότητα του γεωργικού εδάφους και απειλώντας τη βιωσιμότητα της περιοχής. Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων απαιτεί την εφαρμογή τεχνικών λύσεων, όπως η κατασκευή αντιπλημμυρικών έργων, η βελτίωση της διαχείρισης υδάτινων πόρων και η αποκατάσταση των φυσικών οικοσυστημάτων.

Στη Λέσβο, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, σε συνδυασμό με την εντατική γεωργική και βιομηχανική δραστηριότητα, έχουν οδηγήσει σε σταδιακή αλλά σημαντική υποβάθμιση του εδάφους. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η αλατότητα των παράκτιων εδάφινων, η χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων και η διάβρωση των παράκτιων ζωνών αναδεικνύουν την ανάγκη για βιώσιμες πολιτικές διαχείρισης. Οι στρατηγικές αυτές περιλαμβάνουν τη μείωση της χρήσης χημικών, την προστασία των παράκτιων ζωνών και την προώθηση πρακτικών που ενισχύουν τη φυσική ισορροπία του εδάφους.

Η συγκριτική ανάλυση των δύο περιοχών καταδεικνύει ότι παρόλο που οι αιτίες και η επιπτώσεις είναι διαφορετικές και στις δύο περιπτώσεις απαιτούνται ολοκληρωμένες προσεγγίσεις για την αντιμετώπιση της υποβάθμισης του εδάφους. Στη Θεσσαλία το επίκεντρο είναι η διαχείριση έκτακτων φυσικών φαινομένων, ενώ στη Λέσβο η μακροχρόνια προστασία του εδάφους και η βιώσιμη ανάπτυξη έχουν προτεραιότητα.

Η εργασία αυτή υπογραμμίζει την ανάγκη για εξατομικευμένες λύσεις, τη συνεργασία επιστημονικών φορέων και τη συμμετοχή της τοπικής κοινωνίας στην εφαρμογή πολιτικών προστασίας του περιβάλλοντος. Εν κατακλείδι, η διατήρηση της ποιότητας του εδάφους δεν αποτελεί μόνο έναν περιβαλλοντικό στόχο, αλλά και μια αναγκαιότητα για τη βιωσιμότητα της γεωργίας, την προστασία της βιοποικιλότητας και τη διασφάλιση της οικολογικής ισορροπίας των περιοχών αυτών.

Βιβλιογραφία

- Abdallah Alaoui, M. R. (2018, Φεβρουάριος). Does soil compaction increase floods? A review. *Journal of Hydrology*, 557, σσ. 631-642.
doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022169417308806>
- Angela, D. &. (2010). Φυσικοχημικός χαρακτηρισμός της ζώνης αβαθούς ανάμειξης δύο εκβολών ποταμών, Νήσος Λέσβος, ΒΑ Αιγαίο, Ελλάδα. *Transitional Waters Bulletin* , 2(4), σσ. 17-25. doi:10.1285/i1825229Xv2n4p17
- Bader, J. L.-M. (1997). Aerobic reduction of Hexavalent Chromium in soil by indigenous microorganisms. *Bioremediation Journal*, 3(3), σσ. 201-2011.
doi:10.1080/10889869991219316
- Bopp, L. H. (1988). Chromate resistance and reduction in *Pseudomonas fluorescens* strain LB300. *Archives of Microbiology*, 150(5), σσ. 426-431.
doi:10.1007/BF00422281
- C. Suzuki, T. K.-T. (2005). Μικροβιακοί δείκτες γονιμότητας του εδάφους. *Journal of Applied Microbiology* , 98(5), σσ. 1062-1074.
doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2004.02529.x>

- Cifuentes F.R., L. W. (1996). Chromium sorption and reduction in soil with implications to bioremediation. *Soil Science*, σσ. 233-241.
doi:10.1097/00010694-199604000-00004
- Core Writing Team, P. R. (2007). Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *IPCC, Climate Change 2007: Synthesis Report.*, σ. 104. Ανάκτηση ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2024, από https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf
- Defu He, D. L. (2018). Microplastics in soils: Analytical methods, pollution characteristics. *Trends in Analytical Chemistry*, 109, σσ. 163-172.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.10.006>
- DiGiulio, R. J. (2023). Ιστορική και σύγχρονη επιφανειακή διάθεση του παραγόμενου νερού που πιθανώς εισάγει αρσενικό και σελήνιο σε επιφανειακούς υδροφόρους ορίζοντες. *Environmental Science & Technology*, 57(19), σσ. 7559-7567. doi:<https://doi.org/10.1021/acs.est.3c01219>
- Dimitra Angra, K. S. (2019). ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΕ ΤΡΕΙΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ: ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΤΙΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΕΣ ΑΝΤΙΑΛΗΨΕΙΣ ΤΟΥ ΚΟΙΝΟΥ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ. *AESOP Annual Congress*. Ανάκτηση Ιανουαρίου 2024, από https://www.researchgate.net/profile/Kalliopi-Sapountzaki/publication/335260100_CLIMATE_CHANGE_IMPACTS_IN_THREE_REGIONS_OF_GREECE_INTERCONNECTIONS_WITH_REGIONAL_PUBLIC_PERCEPTIONS_AND_PLANNING_POLICIES/links/5d661a8c299bf1f70b124cbd/CLIMATE-CHANGE-IMPACTS
- Ding Gao, X.-y. L.-t. (2020, Νοεμβρίου). Source, occurrence, migration and potential environmental risk of microplastics in sewage sludge and during sludge amendment to soil. *Science of The Total Environment*(742).
doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140355>
- EDWARD AGUADO, J. E. (2020). *Ο ΚΑΙΡΟΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΛΙΜΑ* (ΟΜΙΛΟΣ ΙΩΝ εκδ.). (Χ. Α. ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ ΜΠΑΡΤΖΩΚΑΣ, Μεταφρ.) Ανάκτηση 1 5, 2024
- Emmanuel Sunday Okeke, C. O. (2022). Μικροπλαστικά σε αγροοικοσυστήματα- επιπτώσεις στις λειτουργίες του οικοσυστήματος και στην τροφική αλυσίδα. *Resources, Conservation and Recycling*, 177. Ανάκτηση Απρίλιος 2024, από <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092134492100570X>
- ERMIS-F. (2020). ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ. *Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης*. Ελλάδα. Ανάκτηση Νοέμβριος 2024, από <https://ermis-f.eu/klimatikes-allages/#>
- European Environment Agency. (2024). Ελλάδα – ενημερωτικό δελτίο για την ατμοσφαιρική ρύπανση. Ανάκτηση από <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/greece-air-pollution-country-2023-country-fact-sheets>
- European Environment Agency. (2020). Προφίλ χώρας Ελλάδας - ΣΒΑ και περιβάλλον. Ανάκτηση από <https://www.eea.europa.eu/themes/sustainability->

transitions/sustainable-development-goals-and-the/country-profiles/greece-country-profile-sdgs-and

- Evangelia E. Golia, V. L. (2024). Πιθανή αξιοποίηση και μετατροπή απορριμμάτων πλαστικής βιομάζας σε χρήσιμα λιπάσματα σε γεωργικά μεσογειακά εδάφη υπό ακραίες κλιματικές συνθήκες. *Process Safety and Environmental Protection*, 187, σσ. 73-82. doi:<https://doi.org/10.1016/j.psep.2024.04.103>
- H. Giourga, N. S. (1998). Επιπτώσεις της πίεσης βόσκησης στη διαδικασία διαδοχής και την παραγωγικότητα των παλαιών αγρών στα νησιά της Μεσογείου. *Environmental Management*(22), σσ. 589-596. doi:<https://doi.org/10.1007/s002679900130>
- IPCC. (2022-2023). CLIMATE CHANGE 2023. *Synthesis Report Summary for Policymakers*. Ανάκτηση Οκτώβριου 2024, από https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf
- Irene M. Unger, A. C.-M. (2009). Επιπτώσεις πλημμύρας στις μικροβιακές κοινότητες του εδάφους. *APPLIED SOIL ECOLOGY* , 42(1), σσ. 1-8. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2009.01.007>
- Jia Li, Y. S. (2020, Φεβρουάριος). Εστίαση θεμάτων στα μικροπλαστικά στο έδαφος: Αναλυτικές μέθοδοι, εμφάνιση, μεταφορά και οικολογικοί κίνδυνοι. *Environmental Pollution*, 257. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113570>
- K.L. Greenwood, B. M. (2001). Grazing effects on soil physical properties and the consequences for pastures: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* , 41(8), σσ. 1231-1250. doi:<https://doi.org/10.1071/EA00102>
- Kiran, R. B. (2022). Effect of heavy metals: An overview. *Materials Today: Proceedings*, 51(1), σσ. 880-885. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.06.278>
- Ling Yang, S. K. (2021, Αυγούστος). Μικροπλαστικά στο έδαφος: Ανασκόπηση σχετικά με τις μεθόδους, την εμφάνιση, τις πηγές και τον πιθανό κίνδυνο. *Science of The Total Environment*, 780. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146546>
- M. Koulouri, C. G. (2027). Η εγκατάλειψη της γης και η κλίση της κλίσης ως βασικοί παράγοντες διάβρωσης του εδάφους σε μεσογειακά εδάφη. *CATENA*, 69(3), σσ. 274-281. doi:<https://doi.org/10.1016/j.catena.2006.07.001>
- Mandylas, C. &. (1998). Διατήρηση και Ανάδειξη Υγροτόπων Κόλπου Καλλονής, Λέσβος, Μέρος Α ; Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη. *Υπουργείο Περιβάλλοντος και Δημοσίων Έργων*.
- McGlade, P. J. (2005). THE EUROPEAN. *European Environment Agency*, σσ. 454-459. Ανάκτηση ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2024, από <file:///C:/Users/kateg/Desktop/%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CF%80%CF%84%CF%85%CF%87%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%BF%2023->

24/%CE%A0%CE%A4%CE%A5%CE%A7%CE%99%CE%91%CE%9A%CE%97/EURO2005.pdf

- Melanie Bläsing, W. A. (2018). Plastics in soil: Analytical methods and possible sources. (612), σσ. 422-435.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.086>
- Morello-Frosch, L. J. (2023). Toxic Tides and Environmental Injustice: Social Vulnerability to Sea Level Rise and Flooding of Hazardous Sites in Coastal California. *Environmental Science & Technology*, 57(19), σσ. 7370-7381.
doi:<https://doi.org/10.1021/acs.est.2c07481>
- NATIONS, U. (1992). UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. Ανάκτηση ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 27, 2024, από <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>
- NSW. (2024). Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τα εδάφη μας. *NSW GOVERNMENT*. Ανάκτηση ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2024, από <https://www.climatechange.environment.nsw.gov.au/impacts-climate-change/natural-environment/soils>
- O.P., S. (2007). Isolation and characterization of chromate resistant bacteria from tannery effluent. *Journal of Environmental Biology*, 28(2), σσ. 399-4030.
Ανάκτηση Μάιος 2024, από <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-34247645675&origin=inward&txGid=b672a8d03eb0ea4f24349f14992c3454>
- OECD. (2022). Economic Outlook. (2). Ανάκτηση από https://www.oecd.org/en/publications/oecd-economic-outlook/volume-2022/issue-2_f6da2159-en.html
- Pacyna, J. (2008). Ατμοσφαιρική Εναπόθεση. *Εγκυκλοπαίδεια Οικολογίας*. Ανάκτηση Μαΐο 2024, από <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/atmospheric-deposition#featured-authors>
- Q. Zhu, J. J. (2023). Bioavailability Assessment of Heavy Metals and Organic Pollutants in Water and Soil Using DGT: A Review. *Appl. Sci.* , σ. 9760.
doi:<https://doi.org/10.3390/app13179760>
- Russell, D. (2023, Αυγούστος). Συνέντευξη — Έδαφος: ο ζωντανός θησαυρός κάτω από τα πόδια μας. *European Environment Agency*. Ανάκτηση Οκτωβρίου 2024, από <https://www.eea.europa.eu/el/simata-eop-2010/simata-2019/arthra/synenteyksi-2014-edafos-o-zontanos>
- S. G. Papadimou, N. B. (2024, Νοεμβρίου). Preliminary investigation of the use of *Silybum marianum* (L.). Gaertn. as a Cd accumulator in contaminated Mediterranean soils: the relationships among cadmium (Cd) soil fractions and plant Cd content. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 9, σσ. 405-417. doi:<https://doi.org/10.1007/s41207-023-00430-x>
- S.J. Stohs, D. B. (1995). Oxidative mechanisms in the toxicity of metal ions. *Free Radical Biology and Medicine*, σσ. 321-336. doi:[https://doi.org/10.1016/0891-5849\(94\)00159-H](https://doi.org/10.1016/0891-5849(94)00159-H)

- Schulz, C. (2022). *IClimate Change 2021: the physical science basis*. ipcc .
Ανάκτηση από https://www.fortomorrow.eu/en/blog/ipcc2022-part1?mtm_campaign=ipcc2022-part1&mtm_kwd=20230306&mtm_source=google-ads&mtm_medium=google-ads&mtm_content=en&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwsJO4BhDoARIsAD Dv4vDv7reilvV3QsaxzEJ0GwNhRkj2dnD24GW_czX5LkMD9hLtw_4fMmEaAs
- Selma Yaşar Korkanç, M. K. (2024). Effects of land use/cover change on heavy metal distribution of soils in wetlands and ecological risk assessment. *Science of The Total Environment*, 923. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171603>
- Stephen S. Leonard, G. K. (2004, Δεκέμβριος). Metal-induced oxidative stress and signal transduction. *Free Radical Biology and Medicine*, 37(12), σσ. 1921-1942. doi:<https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2004.09.010>
- Stocker, T. D.-K. (2013). The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *IPCC Climate Change 2013*, σ. 1535. Ανάκτηση ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2024, από https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2017/09/WG1AR5_Frontmatter_FIN AL.pdf
- Todd A Ontl, M. K. (2020, Ιανουάριος). Forest Management for Carbon Sequestration and Climate Adaptation. *Joyrnal of Forestry* , 118(1), σσ. 86-101. doi:<https://doi.org/10.1093/jofore/fvz062>
- Y. Zhao, S. P. (2010, ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ). Modeling grazing effects on coupled water and heat fluxes in Inner Mongolia grassland. *Soil and Tillage Research*, 109(2), σσ. 75-86. doi:<https://doi.org/10.1016/j.still.2010.04.005>
- A. Alaoui, A. H. (2006, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ). Evaluation of soil compaction using hydrodynamic water content variation: Comparison between compacted and non-compacted soil. *Geoderma*, 134(1-2), σσ. 97-108. doi:<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2005.08.016>
- Γιάννης Μπεθάνης, Ε. Ε. (2023). Αποκάλυψη των συνδυασμένων επιδράσεων των μικροπλαστικών, του Zn και του Cd στις ιδιότητες του εδάφους και στη συσσώρευση μετάλλων από φυλλώδη λαχανικά: μια προκαταρκτική έρευνα από ένα εργαστηριακό πείραμα. *Soil Syst.*, 7(3), σ. 65. doi:<https://doi.org/10.3390/soilsystems7030065>
- Γκόλια, Ε. Ε. (2003). *Ρύπανση εδαφών της Θεσσαλίας απο βαρέα μέταλλα (Zn, Cu, Mn, Fe, Cd KAI Pb) και πρόσληψη αυτών απο ποικιλίες καπνού: απεικόνιση της χωρικής παραλλακτικότητας των βαρέων μετάλλων σε επιλεγμένες περιοχές της μελέτης*. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών. Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος. doi:<http://dx.doi.org/10.26253/heal.uth.8098>
- Δημήτρης Πετρόπουλος. (n.d.). Η ΜΑΓΝΗΣΙΑ ΣΤΟ ΠΕΡΑΣΜΑ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ. *ΗΧΑΝΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ*(898). Ανάκτηση ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2024, από

https://www.mixanitouxronou.gr/o-iroikos-termatofylakas-toy-olympiakoy-voloy-poy-esose-dekades-anthropoys-stin-plimmyra-toy-1955-dethike-me-schoini/#goog_rewarded

- Ε.Κε.Π.Ε.Κ. (2011, Οκτώβριος). *Οδικός χάρτης για την προσαρμογή της Ελλάδας στην κλιματική αλλαγή*. Επιστημονική, Ε.Κε.Π.Ε.Κ. Παντείου Πανεπιστημίου, ΓΣΕΕ, ΤΕΕ, WWF Ελλάς, Παντείου Πανεπιστημίου, Αθήνα. Ανάκτηση από https://www.contentarchive.wwf.gr/images/pdfs/odikos_xartis.pdf
- Ελευθέριος Ευαγγέλου, Χ. Γ. (2024). Προσδιορισμός παραγόντων και δεικτών ποιότητας του εδάφους στα μεσογειακά αγρο-οικοσυστήματα. *sustainability*, 16(23). doi:<https://doi.org/10.3390/su162310717>
- ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ. (2021). Βιώσιμοι κύκλοι άνθρακα. *ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ*. Ανάκτηση από <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0800&from=EN>
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο. (2007). Πλημμύρες. *ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ*. Ανάκτηση ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2024, από <https://ypen.gov.gr/perivallon/ydatikoiporoi/plimmyres/>
- Ι.ΔΙ.Μ.Ε.Κ. (n.d.). Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ. Αττική . doi: www.idimek.gr
- Κωνσταντίνος Καρτάλης, Χ. Κ. (2017, Ιούνιο). Οι Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στην Ανάπτυξη. σσ. 72-75. Ανάκτηση Νοέμβριος 2024, από https://www.dianeosis.org/wp-content/uploads/2017/06/climate_change10.pdf
- Μ. Μαραθianού, Χ. Κ. (2000). Εξέλιξη και υποβάθμιση της χρήσης γης στη Λέσβο (Ελλάδα): μια ιστορική προσέγγιση. *Land Degradation & Development*, 11(1), σσ. 63-73. doi:[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-145X\(200001/02\)11:1<63::AID-LDR369>3.0.CO;2-8](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-145X(200001/02)11:1<63::AID-LDR369>3.0.CO;2-8)
- Μιχαηλίδου, Σ. (2019). Στοιχεία Σχεδιασμού και Διαχείρισης Αντιπλημμυρικών Έργων με Εφαρμογή στα Υδατορεύματα. *Ελληνικό Ανοικτό πανεπιστήμιο*, σσ. 21-22. Ανάκτηση 2024, από file:///C:/Users/kateg/Desktop/%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CF%80%CF%84%CF%85%CF%87%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%BF%2023-24/%CE%A0%CE%A4%CE%A5%CE%A7%CE%99%CE%91%CE%9A%CE%97/123226_%CE%9C%CE%99%CE%A7%CE%91%CE%97%CE%9B%CE%99%CE%94%CE%9F%CE%A5%20%CE%A3%CE%A4%CE%A5%CE%9B
- Πάνου, Ε. (2008). Το πλημμυρικό καθεστώς στην Ελλάδα - διαχείριση πλημμυρών στα πλαίσια της οδηγίας πλαίσιο 2000/60: η περίπτωση του Πηνειού Θεσσαλίας. doi:<http://dx.doi.org/10.26240/heal.ntua.216>
- ΤΑΣΟΥΛΑΣ, Γ. (2020). ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ: η περίπτωση των πλημμυρών (Πτυχιακή εργασία). Ανάκτηση ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2024, από <https://ir.lib.uth.gr/xmlui/bitstream/handle/11615/52088/20218.pdf?sequence=1>

ΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΥ, Α. Φ. (2010). *ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ*. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ: ΖΗΤΗ. Ανάκτηση ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2024, από www.ziti.gr

ΟΔΗΓΙΑ 2007/60/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ, της 23ης Οκτωβρίου 2007: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007L0060>

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

<https://www.meteo.gr/>

<https://water.usgs.gov/edu/index.htmlwatercyclegreekhi.html>

<https://mice.gr/thessalia/> (εικόνα 5)